

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР  
«ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»**

**СТОРОЖИК ЛАРИСА ІВАНІВНА**

УДК 633.62:631.5:629.9

**АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ  
СОРГО ЦУКРОВОГО ЯК БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В  
СТЕПУ ТА ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.09 – рослинництво

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора сільськогосподарських наук

Київ – 2016

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН упродовж 2002–2015 р.

Науковий консультант – доктор сільськогосподарських наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України  
**Балан Василь Миколайович,**  
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, головний науковий співробітник лабораторії насінництва та насіннезнавства буряків і біоенергетичних культур

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Дзюбайло Андрій Григорович,**  
Дрогобицький державний педагогічний університет ім. Івана Франка МОН України, завідувач кафедри екології та географії;

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Рахметов Джамал Бахлулович,**  
Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України, завідувач відділу нових культур;

доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Гопцій Тетяна Іванівна,**  
Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва МОН України, професор кафедри генетики, селекції та насінництва

Захист відбудеться «03» листопада 2016 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 27.361.01 при ННЦ «Інститут землеробства НААН» за адресою: 08162, Київська обл., Києво-Святошинський р-н, смт Чабани, вул. Машинобудівників, 2б.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці ННЦ «Інститут землеробства НААН» за адресою: Київська обл., Києво-Святошинський р-н, смт Чабани, вул. Машинобудівників, 2б.

Автореферат розіслано «01» жовтня 2016 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
кандидат сільськогосподарських наук

Н. М. Асанішвілі

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

В агрокліматичних умовах, які складаються останніми роками, традиційним зерновим культурам досить складно сформувати високий урожай. Тому за таких умов важливо висівати культури, які економно використовують вологу для формування врожаю, а також переносять ґрунтову та повітряну посуху без зниження продуктивності. Однією з них є сорго.

Сорго (*Sorghum vulgare*) посідає п'яте місце за площами вирощування в світі серед зернових культур після кукурудзи, пшениці, рису та ячменю. За останні 50 років посівні площі під ним у світі збільшились на 60 %, його вирощують у понад 80 країнах світу на площі майже 50 млн га.

В Україні основні його площі зосереджено в південному регіоні: Миколаївській, Одеській, Дніпропетровській, Донецькій областях і в Криму. Залежно від напрямку господарського використання соргові культури поділяють на декілька груп: зернову (зернове сорго і сориз), кормову (сорго цукрове, суданська трава, сорго-суданкові гібриди) та віникову (сорго віникове). Теоретичною основою для розробки сучасних технологій вирощування соргових культур є фундаментальні дослідження, проведені Ю. Ф. Олексієнком і С. В. Красенковим у середині та наприкінці минулого століття.

В сучасних умовах у системі заходів спрямованих на збільшення виробництва біомаси сорго цукрового як на кормові цілі, так і для енергетичних потреб, значна роль належить сумісним посівам сорго цукрового з іншими культурами, зокрема з кукурудзою та соєю. Вагомий внесок у вирішення цієї проблеми зробили А. О. Бабич, В. І. Мойсієнко, М. В. Куксін, О. І. Зінченко, В. Т. Маткевич, Л. М. Єрмакова, І. Т. Слюсар. Проте сумісні посіви сорго цукрового із зернобобовими, злаковими та іншими культурами, особливо в різних агроекологічних умовах, на сьогодні вивчено ще недостатньо. Тому постає потреба у вдосконаленні існуючих та розробці нових енергоощадних елементів технології вирощування сорго цукрового в різних ґрунтово-кліматичних умовах України, з метою оптимізації формування його агрофітоценозів шляхом встановлення оптимальних строків сівби, норм висіву та густоти стояння рослин за одновидової та сумісної сівби сорго цукрового з іншими сільськогосподарськими культурами.

Практичне вирішення поставлених теоретичних питань прискорить розробку та впровадження методичних підходів вирощування сорго цукрового як біоенергетичної культури в різних регіонах, що на даному етапі розвитку біоенергетики є вкрай своєчасним і актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження за темою дисертаційної роботи виконані впродовж 2002–2015 рр. і є складовою частиною досліджень лабораторії насінництва та стандартизації Інституту цукрових буряків УААН на 2001–2005 рр. згідно з НТП «Кормовиробництво» завдання «Розробка енергоощадних екологічно-безпечних технологій вирощування кукурудзи і сорго» (номер державної реєстрації 0197U013585); лабораторії насінництва та насіннезнавства ІЦБ НААН на 2006–2010 рр. згідно з НТП «Цукрові буряки та інші малопоширені

коренеплідні культури», завдання 12.03.24-021 «Розробити технологічні процеси і технічні заходи для вирощування цукрових і кормових буряків, що забезпечують збільшення виробництва і зменшення втрат цукросировини та маточних коренеплідів при раціональних затратах коштів і енергії» (номер державної реєстрації 0105U007171); лабораторії насінництва і насіннезнавства буряків та біоенергетичних культур ІБКіЦБ НААН на 2011–2015 рр. згідно з ПНД «Біоенергетичні ресурси» завдання 22.02.03.12 «Удосконалити елементи технології вирощування цукроносних культур, як сировини для виробництва біопалива» (номер державної реєстрації 0114U003353).

**Мета та задачі дослідження.** Мета досліджень полягала в теоретичному та агробіологічному обґрунтуванні особливостей формування агрофітоценозів сорго цукрового як біоенергетичної культури в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні задачі:

- здійснити моніторинг стану агрофітоценозів сорго цукрового та встановити певні теоретичні залежності їх формування впродовж вегетаційного періоду культури;
- відповідно до екологічних умов регіону визначити основні чинники, що сприяють підвищенню врожайності та поліпшенню якісних показників продуктивності сорго цукрового як сировини для виробництва біопалива;
- виявити особливості росту й розвитку рослин сорго цукрового в онтогенезі залежно від сортових особливостей та способів стимуляції насіння;
- обґрунтувати відповідно до екологічних умов регіону і сортових особливостей культури оптимальні строки сівби та їх вплив на ріст, розвиток і продуктивність рослин сорго цукрового;
- теоретично обґрунтувати і розробити спосіб вирощування сорго цукрового за сумісної сівби з іншими сільськогосподарськими культурами;
- встановити оптимальні норми висіву, густоту стояння рослин за одновидової і сумісної сівби сорго цукрового та їх вплив на формування агрофітоценозів;
- розробити зональну технологію вирощування сорго цукрового за одновидової та сумісної сівби;
- дати економічну та енергетичну оцінку досліджуваних елементів технології вирощування сорго цукрового як культури для виробництва біопалива.

*Об'єкт дослідження* – процеси росту й розвитку рослин та формування продуктивних та якісних показників сорго цукрового залежно від сортових особливостей, елементів технології вирощування та погодних умов у Степу і Східному Лісостепу України;

*Предмет дослідження* – сорти й гібриди, строки і способи сівби, норми висіву насіння, густота стояння та прийоми формування (пінцировки) рослин, погодні умови вегетаційного періоду.

**Методи дослідження:** У процесі виконання роботи застосовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень.

Серед спеціальних методів використовували: польовий – визначення взаємодії об'єкта досліджень з біотичними й абіотичними факторами в умовах зон досліджень; біоморфологічні – визначення біометричних параметрів рослин, морфологічних і біологічних особливостей, феноритмики; лабораторні: хімічні – визначення хімічного складу вегетативної маси рослин і насіння; фізичні – визначення фізичних якостей насіння; біохімічні – визначення вмісту сухої речовини, цукрів та хлорофілу в рослинних зразках; статистичні: дисперсійний, варіаційний, регресійний, кластерний (оцінка достовірності експериментальних даних, виявлення характеру варіювання показників і ознак та залежності між ними); порівняльно-розрахункові – визначення економічної та біоенергетичної ефективності досліджуваних чинників.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що:

*вперше:*

- в умовах Степу і Східного Лісостепу України виявлено закономірності формування високопродуктивних агрофітоценозів сорго цукрового як біоенергетичної культури (*захищено патентами на корисну модель № 55786 від 27.10.2010 р. та № 75542 від 10.10.2012 р.*);

- теоретично обґрунтовано та експериментально встановлено особливості формування та реалізації продуктивності агрофітоценозів сорго цукрового за сумісних посівів з маточними буряками;

- експериментально визначено оптимальні строки сівби, способи стимуляції та норми висіву насіння, густоту стояння рослин сорго цукрового за одновидової і сумісної сівби (*захищено патентом на корисну модель № 99121 від 25.05.2015 р.*);

*удосконалено:*

- елементи зональної технології вирощування сорго цукрового за одновидової та сумісної сівби;

- методика формування структури агрофітоценозів сорго цукрового в сумісних посівах з маточними буряками в різних екологічних умовах вирощування шляхом встановлення оптимального сортового асортименту, строків і способів сівби та способів передпосівної підготовки насіння;

*дістали подальшого розвитку:*

- наукові положення щодо управління процесами росту й розвитку рослин в агрофітоценозах та показниками якості рослинної продукції;

- експериментальні положення щодо формування продуктивності в одновидових та сумісних посівах культури, як функції взаємодії сортових, агротехнологічних та агрокліматичних чинників.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено технологію вирощування сорго цукрового, яка в умовах Південного та Північного Степу і Східного Лісостепу дає можливість отримати до 80 т/га біомаси сорго цукрового з цукристістю соку до 18 % та виходом біоетанолу до 3,5 т/га.

На основі багаторічних досліджень для умов регіонів розроблено науково обґрунтовані методичні рекомендації щодо впровадження у виробництво

одновидових і сумісних посівів сорго цукрового і маточних буряків: Технологія вирощування насіння цукрових буряків безвисадковим способом за сівби під покрив сільськогосподарських культур (Київ : Науковий світ, 2009 р.); Організаційно-економічні нормативи витрат та інформаційно-статистичні матеріали з виробництва рослинницької продукції за біоадаптивними технологіями (Київ : ІБКіЦБ НААН, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014 р.); Технологія вирощування сорго цукрового для виробництва біопалива за сумісної сівби з іншими культурами у східному Лісостепу України (Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю. 2015 р.).

Результати досліджень впроваджено в господарствах Кіровоградської області на площі 50 га (2014 р.), Советського району АР Крим (2008 р.) – на площі 60 га, Лебединського району Сумської області (2013 р.) – на площі 20 га, на Іванівській дослідно-селекційній станції (Охтирський район Сумської області) (2014 р.) – на площі 10 га. Річний економічний ефект становив 48,7–71,6; 52,6–56,8 та 57,3–61,6 тис. грн відповідно.

**Особистий внесок здобувача.** Автором здійснено інформаційний пошук та узагальнення наукової літератури, розроблено програму постановки і проведення досліджень, відпрацьовано й удосконалено методики ведення і закладки дослідів, визначено теоретичні положення та шляхи реалізації основних висновків дисертаційної роботи. Проведено комплексні польові і лабораторні дослідження та здійснено їх статистичну обробку. За результатами проведених досліджень самостійно та в співавторстві опубліковано наукові праці. Частка участі в останніх складає 60–90 % і полягає в плануванні та виконанні експериментальних досліджень, узагальненні отриманих результатів і підготовці публікацій до друку. Отримано патенти на корисні моделі та видано методичні рекомендації (внесок здобувача становить 60–70 %). Впровадження розробок у виробництво здійснювалось за безпосередньої участі здобувача або під його науковим супроводом.

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень доповідались на Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів та докторантів (Біла Церква, 2011 р.), Першій Міжнародній науково-практичній конференції «Біоенергетика: вирощування біоенергетичних культур, виробництво та використання біопалива» (Київ, 2011 р.), Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 90-річчю від дня заснування Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (Київ, 2012 р.), Першій Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 10-й річниці від Дня утворення Українського інституту експертизи сортів «Стан та перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні» (Київ, 2012 р.), П'ятій Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Іноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі – стан і перспективи» (Харків, 2012 р.), Всеукраїнській науковій конференції «Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах» (Умань, 2013 р.), II Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» (Київ, 2013 р.), Державній науково-практичній конференції «Аграрна наука –

виробництву: Новітні технології в рослинництві» (Біла Церква, 2013 р.), Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора с.-х. наук, профессора, член-корреспондента Казахской и Российской Академий сельскохозяйственных наук, заслуженного работника сельского хозяйства Республики Казахстан, ученого картофелевода Л. Б. Боброва (Алматы, 2013 г.), III Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» (Київ, 2014 р.), Науково-практичній конференції молодих вчених «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем АПК» (Житомир, 2015 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур» (Київ, 2015 р.), засіданнях методичної комісії та Вченої ради Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН впродовж 2002–2015 рр.

**Публікації.** Основні результати досліджень за темою дисертаційної роботи викладено в 42 наукових публікаціях, серед яких 19 статей у фахових виданнях України, шість – у закордонних виданнях, шість патентів на корисну модель, п'ять методичних рекомендацій та 6 тез доповідей наукових конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація викладена на 342 сторінках комп'ютерного тексту і складається зі вступу, восьми розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Робота містить 71 таблицю, 51 рисунок і 12 додатків. Список використаних джерел налічує 386 позицій, з яких 53 – латиницею.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **СУЧАСНИЙ СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО ЯК БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ**

#### **(огляд літературних джерел)**

На підставі аналізу вітчизняної та зарубіжної літератури опрацьовано результати досліджень щодо формування високопродуктивних агрофітоценозів соргових культур, зокрема сорго цукрового як в одновидових, так і сумісних посівах з іншими сільськогосподарськими культурами. Встановлено, що практично не висвітлено питання про особливості сорго цукрового як біоенергетичної культури та не розроблено науково обґрунтовану технологію його вирощування. Недостатньо вивчено технологічні агрозаходи, зокрема строки сівби, норми висіву насіння та способи його передпосівної підготовки, добору сортів культури адаптованих до різних агроекологічних умов. У розділі обґрунтовано необхідність проведення досліджень щодо особливостей формування агрофітоценозів сорго цукрового як біоенергетичної культури за різних способів його вирощування в умовах Степу і Лісостепу України.

#### **ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Полеві дослідження проводили в умовах: Південного Степу (АР Крим) – Советська сортодільниця та КСП «Победа» (Советський р-н), Кримська

дослідна станція тютюництва (Бахчисарайський р-н); Північного Степу – Кіровоградська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН (Кіровоградська обл.), дослідне господарство «Зелені Кошари» Миколаївського інституту агропромислового виробництва (Миколаївська обл.); Східного Лісостепу – Іванівська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (Сумська обл.). Лабораторні дослідження проводили в лабораторії насінництва та насіннезнавства біоенергетичних культур і цукрових буряків та відділі генетики та біотехнології Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

У Північному Степу досліди закладали на чорноземах звичайних середньогумусних важкосуглинкових умістом в орному шарі: гумусу (за Тюрінім) – 3,5–4,5 %, азоту, що легко гідролізується (за Корнфільдом) – 140–157 мг/кг, рухомих форм фосфору та калію (за Чиріковим) – 80–94 і 120–165 мг/кг ґрунту відповідно.

В умовах Південного Степу основним типом ґрунтів дослідних ділянок були чорноземи південні та чорноземи південні міцелярно-карбонатні, які характеризуються важкосуглинкостим гранулометричним складом і низьким вмістом гумусу в орному шарі (1,5–2,4 %). Вміст легкогідролізованого азоту становить 136–140 мг/кг, рухомих форм фосфору та калію – 70–90 і 130–170 мг/кг ґрунту відповідно.

Переважаючий тип ґрунтів у Східному Лісостепу – чорноземи мало- та середньогумусні середньосуглинкові. Вміст гумусу в шарі 0–30 см – 4,5–5,0 %, рухомого фосфору – 59–100 мг, калію – 130–120 мг, легкогідролізованого азоту – 80–90 мг на кг ґрунту.

Погодні умови в роки проведення досліджень за температурним режимом і опадами мали певні відхилення від середньобагаторічних, що дає можливість повніше встановити вплив досліджуваних елементів технології на ріст і розвиток рослин та формування врожаю сорго цукрового в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Проведений аналіз погодних умов у зоні Північного Степу показав, що з 10 років оптимальні для вирощування сільськогосподарських культур умови відмічено шість разів: у 2002, 2004–2006, 2008 і 2011 рр. (ГТК вегетаційного періоду – 1,0–1,4), екстремальні – чотири рази: в 2003, 2007, 2009 і 2010 рр. (ГТК – 0,4–0,7).

Узагальнюючи погодні умови Південного Степу в цілому необхідно відмітити, що відхилення за рядом показників (кількість опадів, температура повітря) від середньобагаторічних наближались до екстремальних значень у 2002, 2007–2009 та 2011 рр., коли ГТК вегетаційного періоду коливався в межах 0,2–0,7. Це, певною мірою, негативно вплинуло на продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового.

Проведений аналіз погодних умов у Східному Лісостепу показав, що з шести років досліджень оптимальні погодні умови відмічено чотири рази: в 2011–2012 та 2014–2015 рр. (ГТК вегетаційного періоду – 1,0–1,6), екстремальні – два рази: в 2010 і 2013 рр. (ГТК – 0,6 і 0,5 відповідно).

В цілому період, за який проведено аналіз, за всіма показниками слід



віднести до типового для даного регіону, а саме до чітко вираженої зони нестійкого зволоження.

Згідно з програмою науково-дослідних робіт проводили наступні досліді.

**Дослід 1. Моніторинг агрофітоценозів соргового поля залежно від зони вирощування, погодних умов вегетаційного періоду та сортових особливостей.** Теоретичне узагальнення комплексної оцінки агрофітоценозів сорго цукрового проводили за статистичними даними Міністерства аграрної політики та продовольства України та за даними власних досліджень у господарствах Степу (АР Крим, Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Кіровоградській, Миколаївській, Одеській та Херсонській областях) упродовж 2001–2011 рр.

**Дослід 2. Продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового залежно від строків і способів сівби у Східному Лісостепу України** (Іванівська дослідно-селекційна станція, 2010–2015 рр.). Схема досліді: *фактор А* – строки сівби: 1) перша декада травня – контроль; 2) друга декада травня; 3) третя декада травня; *фактор В* – спосіб сівби: 1) одновидова сівба сорго цукрового; 2) сумісна сівба сорго з маточними буряками.

**Дослід 3. Продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування в Східному Лісостепу України** (Іванівська ДСС, 2010–2015 рр.). Схема досліді: *фактор А* – гібрид: 1) Медовий F1; 2) Довіста; *фактор В* – спосіб сівби: 1) одновидова сівба сорго цукрового; 2) сумісна сівба сорго з маточними буряками; *фактор В* – норма висіву насіння сорго цукрового, кг/га: 1) 6–8; 2) 8–10; 3) 10–12.

**Дослід 4. Продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового залежно від способів сівби і густоти стояння рослин у Східному Лісостепу** (Іванівська ДСС, 2010–2015 рр.). Схема досліді: *фактор А* – спосіб сівби: 1) одновидова сівба сорго цукрового; 2) сумісна сівба сорго з маточними буряками; *фактор В* – густина стояння рослин сорго цукрового, шт./м пог. рядка: 1) 6–7; 2) 8–10; 3) 10–12.

**Дослід 5. Продуктивність сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування в Степу України** (ДГ «Зелені Кошари» Миколаївського інституту АПВ, 2010–2012 рр.). Схема досліді: *фактор А* – сорт/гібрид: 1) Цукрове 15; 2) Медовий F1; *фактор В* – густина стояння рослин, тис. шт./га: 1) 100; 2) 120; 3) 160; *фактор В* – пінцировка волоті стебла: 1) з видаленням волоті в період наливу зерна; 2) без пінцировки.

**Дослід 6. Особливості водоспоживання та формування кореневої системи рослин сорго цукрового в Східному Лісостепу** (Іванівська ДСС, 2010–2013 рр.). Схема досліді: *фактор А* – ширина міжрядь, см: 1) 70 – контроль; 2) 45; *фактор В* – густина стояння рослин, тис. шт./га: 1) 120 – контроль; 2) 160; 3) 200.

**Дослід 7. Різномасовість насіння сорго цукрового залежно від розміру фракцій та маси 1000 насінин** (Іванівська ДСС, 2010–2012 рр.). Дослідження проводили в лабораторних та польових умовах за схемою: фракції насіння: 1) суміш (контроль) – 17–20 г; 2) крупна – 25–30 г; 3) середня – 20–25 г; 4) дрібна – 15–20 г. Встановлювали вплив розміру та маси насіння сорго

цукрового на його посівні якості, розвиток рослин та врожайні властивості культури. Сорт – Силосне 42.

**Дослід 8. Продуктивність сорго цукрового залежно від способів стимуляції насіння** (Іванівська ДСС, 2011–2014 рр.). Дослідження проводили згідно з ДСТУ 4138-2002 в лабораторних та польових умовах за схемою: 1) без передпосівного оброблення насіння – контроль; 2) замочування насіння в розчинах: води; 3) солей мікроелементів цинку (0,05 %); 4) кобальту (0,05 %); 5) марганцю (0,05 %); 6) мікродобрив Аватар (0,7 л/кг); 7) мікродобрив Рост-концентрат (1,0 л/кг). Визначали особливості росту й розвитку та формування продуктивності рослин сорго цукрового залежно від передпосівного оброблення насіння мікроелементами і мікродобривами.

**Дослід 9. Вміст хлорофілів (*a*, *b*, *a+b*) у листках та індекс листової поверхні ценозів сорго цукрового за етапами органогенезу залежно від способів сівби** (ІБКіЦБ НААН та Іванівська ДСС, 2011–2014 рр.). Дослідження проводили в лабораторних та польових умовах за схемою: спосіб сівби: 1) одновидова сівба сорго цукрового; 2) сумісна сівба з маточними буряками. Визначали приріст вегетативної маси, що створюється за вегетаційний період, листовий індекс, чисту продуктивність фотосинтезу в одновидових та сумісних посівах.

Площа посівної ділянки в досліді становила 50–500 м<sup>2</sup>, облікової – 25–400 м<sup>2</sup>, повторність – чотирикратна.

Проведено дослідження *in vitro*:

Визначали біохімічні особливості рослин для розкриття закономірностей обмінних процесів між рослинами, які відбуваються в одновидових і сумісних посівах, та розроблення шляхів управління фізіолого-біохімічною взаємодією між різними видами під час сумісного зростання в агрофітоценозах.

Досліджували алелопатичну активність сорго цукрового, визначали кількісний склад алелохімікатів у вегетативних і генеративних органах рослини, оцінювали гальмувальну дію алелопатично активних речовин сорго на проростання насіння буряків цукрових. Оцінювали алелопатичну активність сорго та його вплив на буряки.

**Дослід 10. Вплив алелопатично активних речовин, отриманих з вегетативних і генеративних органів сорго цукрового на рослини буряків *in vitro*** (ІБКіЦБ). Схема досліді: 1) живильне середовище без екстрактів частин рослин сорго – контроль; 2) живильне середовище з екстрактом насіння; 3) живильне середовище з екстрактом листків; 4) живильне середовище з екстрактом стебел; 5) живильне середовище з екстрактом коренів. Визначали закономірності впливу алелопатично активних речовин сорго цукрового на рослини буряків цукрових. Повторність досліді – десятикратна, кількість рослин – 50 шт.

**Дослід 11. Алелопатичні властивості насіння сорго та інгібування фенольних сполук культури** (ІБКіЦБ). Оскільки фенольні сполуки є регуляторами росту, розвитку та репродукції рослин і можуть мати як стимулюючий, так і інгібуючий ефект, вивчали алелопатичні властивості насіння сорго цукрового та визначали вплив його фенольних сполук на рослини

буряків цукрових за сумісного проростання. Тест-об'єкти – овес та буряки. Схема досліду: 1) контроль – вода; 2) водні витяги з насіння сорту та гібридів сорго цукрового концентрацією 5, 10, 20, 30, 40 та 50 %.

Обліки, спостереження та аналізи проводили за загальноприйнятими методиками і державними стандартами. Фенологічні спостереження проводили за Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур (В. В. Волкодав, 2000).

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом перед сівбою або одразу після сівби та на період збирання культури. Розрахунок вмісту продуктивної вологи здійснювали за різницею між її вмістом у ґрунті до та після висушування (ДСТУ ISO 11465:2001).

Густоту стояння рослин визначали двічі за вегетацію (у фазу повних сходів і перед збиранням) шляхом підрахунку рослин на одному метрі рядка в п'яти місцях по діагоналі ділянки з наступним перерахунком на 1 га (В. О. Єщенко та ін., 2005).

За основними фазами розвитку визначали наростання вегетативної маси та накопичення сухої речовини (В. Росс, Ю. Росс, 1999), наростання листкової поверхні та фотосинтетичну продуктивність посівів за методикою А. О. Нечипоровича (1963); вміст у листках хлорофілів  $a$  і  $b$  та їхньої суми ( $a+b$ ) за методикою З. М. Грицаєнко та ін. (2003).

Аналіз структури врожаю проводили за пробними снопами з 40 рослин, відібраних у двох місцях ділянки двох несуміжних повторень, за наступними показниками: кількість стебел, висота рослин, діаметр стебла, кількість міжвузлів на стеблі, довжина волоті, кількість у волоті гілочок за методикою В. Росс і Ю. Росс (1999). Для оцінки посівних якостей і врожайних властивостей насіння визначали: масу 100 насінин (ГОСТ 10842-89), енергію проростання, лабораторну та польову схожість (ДСТУ 4138-2002).

Алелопатичну активність рослин сорго цукрового та загальний стан рослин буряків *in vitro* визначали за методикою А. М. Гродзинського й ін. (1988) А. І. Єрмакова (1987) та методичними рекомендаціями ІБКіЦБ (2016).

Облік урожайності проводили шляхом зважування зеленої маси з кожної ділянки з наступним її перерахунком на гектар (В. О. Єщенко та ін., 2005).

Вуглеводну складову соку стебел сорго цукрового визначали методом Люффа–Шорля (2007).

Вихід біоетанолу, твердого палива та енергії отримано розрахунковим методом, згідно з методичними рекомендаціями ІБКіЦБ (2014).

Параметри екологічної пластичності сортів розраховували за методикою S. A. Eberhart і B. A. Rusell.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методом дисперсійного аналізу з використанням прикладної комп'ютерної програми Statistica-6.

Економічну ефективність розроблених елементів технології вирощування сорго цукрового визначали за методикою М. В. Роїка та ін. (2013 р.).

Біоенергетичну оцінку прийомів, що вивчали, проводили за методикою О. К. Медведовського та П. І. Іваненка (1986).

## АГРОЕКОЛОГІЧНІ ПРИЧИНИ РІЗНОЯКІСНОСТІ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ СОРГО ЦУКРОВОГО ЯК БІОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Впродовж 2002–2015 рр. у різних регіонах України (Степ та Східний Лісостеп) було проведено комплекс спостережень та здійснено оцінку агрофітоценозів сорго цукрового (моніторинг). При цьому вивчали вплив погодних умов вегетаційного періоду та сортових особливостей на тривалість міжфазних періодів культури (табл. 1).

Таблиця 1

### Густота сходів та тривалість міжфазних періодів сорго цукрового сорту Силосне, залежно від погодних умов вегетації (сівба перша декада травня, Кіровоградська ДСГДС)

Міжфазні періоди	Умови року			Середнє
	оптимальні, ГТК 0,9–1,1 (2002, 2004, 2005 рр.)	посушливі, ГТК 0,5–0,6 (2003, 2007, 2009 рр.)	вологі, ГТК 1,3–1,7 (2006, 2008, 2011 рр.)	
Густота сходів, шт./м	9,1	6,0	9,5	8,2
Сівба–сходи	10/1,3*	16/0,6	10/1,3	12
Сходи–кущення	17/1,1	14/0,4	19/1,0	16
Кущення–викидання волоті	38/1,0	35/0,9	42/2,5	38
Викидання волоті–цвітіння	8/1,1	7/0,7	9/0,8	8
Цвітіння–початок воскової стиглості	27/1,2	26/0,6	29/1,1	27
Сходи–початок воскової стиглості	100	97	110	102

\*тривалість міжфазного періоду, діб / ГТК

Ріст і розвиток рослин та формування продуктивності агрофітоценозів сорго цукрового визначаються насамперед погодними умовами, що складаються в період вегетації. Сорго цукрове потребує оптимального і стабільного зволоження, особливо на першому – поява сходів і формування вегетативних органів та другому – утворення генеративних органів – періодах.

Оптимальними в ці періоди слід вважати значення ГТК на рівні 1,1–1,3 і 1,0–1,6 відповідно. За таких умов тривалість міжфазного періоду сходи–кущення становить 16–19 діб, кущення–викидання волоті – 35–42 діб, викидання волоті–цвітіння – 7–9 діб, вегетаційний період загалом – 91–132 доби.

Встановлено тісну кореляційну залежність між ГТК і польовою схожістю насіння та густотою сходів сорго цукрового (коефіцієнт кореляції  $r = 0,92$  та  $0,89$  відповідно). За 10-річний період польову схожість насіння сорго цукрового в межах 55–58 % у регіоні якому відмічено чотири рази (ГТК в період сівба–сходи становив 0,5–0,8), у межах 63–70 % – шість разів (ГТК – 1,0–1,7). Густота сходів за таких умов була в межах 6,0–6,4 і 8,2–9,5 шт./м відповідно (табл. 2).

**Польова схожість насіння і густина сходів сорго цукрового сорту Силосне  
(Кіровоградська ДСГДС)**

Рік	Схожість насіння, %		Густина сходів, шт./м	ГТК в період сівба–сходи
	лабораторна	польова		
2002	81	63	8,4	1,0
2003	81	57	6,0	0,6
2004	84	69	9,3	1,1
2005	83	63	8,7	0,9
2006	85	69	9,1	1,3
2007	81	56	6,4	0,6
2008	85	70	8,9	1,7
2009	81	55	6,3	0,5
2010	82	58	8,2	0,8
2011	84	70	9,5	1,3
Середнє	83	63	8,1	1,0
НІР <sub>0,05</sub>	3	6	0,4	–

Аналіз основних елементів структури врожаю сорго цукрового показав, що висока продуктивність агрофітоценозів забезпечується як густиною стояння рослин та щільністю стеблестою, так і показниками лінійного росту – висотою та листковою поверхнею. За сприятливих погодних умов (ГТК вегетаційного періоду – 0,9–1,4) відмічено більшу густоту стояння рослин (90–110 тис./га) та їх висоту (277–303 см), щільніше кушіння (6–8 стебел на рослину), інтенсивніше наростання площею листкової поверхні (53,4–57,7 тис. м<sup>2</sup>/га).

За десятирічний період (2002–2011 рр.) у Північному Степу найпродуктивнішими агрофітоценози сорго цукрового були в 2002, 2005–2006, 2008, 2010–2011 рр.: урожайність зеленої маси була в межах 70,2–83,5 т/га, сухої – 15,1–18,7 т/га (ГТК вегетаційного періоду становив 1,0–1,4); в Південному Степу (АР Крим) найвищою продуктивністю посіви сорго цукрового характеризувалися в 2002, 2004–2006, 2008–2009 рр.: урожайність зеленої маси становила 45,0–58,8 т/га, сухої – 12,3–18,4 т/га (ГТК – 0,6–1,3) (табл. 3).

З метою підвищення інтенсивності накопичення вуглеводних складових соку стебел сорго цукрового був застосований агробіологічний прийом для цілеспрямованого регулювання відтоку асимілятів та їх спрямування в бік аттрагуючих органів, зокрема в стебло рослини, шляхом видалення волоті (пінцировки) в період цвітіння залежно від густоти стояння та сортових особливостей.

За результатами досліджень, проведених у ДГ «Зелені Кошари» Миколаївського інституту АПВ встановлено, що досліджувані генотипи сорго цукрового певною мірою реагують на зміну густоти стояння рослин та пінцировку.

Таблиця 3

**Продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового залежно  
від гідротермічних умов вегетаційного періоду**

Рік	Північний Степ			Південний Степ		
	ГТК вегетаційного періоду	Урожайність маси, т/га		ГТК вегетаційного періоду	Урожайність маси, т/га	
		зеленої	сухої		зеленої	сухої
2002	1,0	67,3	15,1	0,6	47,3	15,2
2003	0,8	48,3	11,6	0,9	43,7	11,7
2004	0,9	68,4	17,4	1,3	58,8	18,4
2005	1,2	82,3	18,2	1,1	51,6	17,5
2006	1,1	75,1	17,9	0,9	57,5	18,0
2007	0,5	42,0	10,1	0,2	42,3	10,2
2008	1,1	70,2	17,0	0,6	48,2	15,2
2009	0,6	63,4	16,9	0,7	48,9	16,8
2010	1,0	71,2	17,1	0,9	45,0	12,3
2011	1,4	83,5	18,7	0,3	43,7	11,6
Середнє	0,9	66,1	15,6	–	48,7	14,7
НІР <sub>0,05</sub>		20,7	4,3	–	7,6	4,1

Так, збільшення густоти стояння рослин сорго до 120 та 160 тис. шт./га не істотно підвищувало врожайність біомаси як в цілому, так і стебел зокрема, порівняно з густотою стояння 100 тис. шт./га як на варіантах з пінциривою, так і без неї (табл. 4).

Таблиця 4

**Урожайність біомаси та накопичення цукрів  
залежно від густоти стояння та пінцировки рослин сорго цукрового  
(Миколаївський інститут АПВ), середнє за 2010–2012 рр.**

Густота рослин, тис. шт./га	Урожайність, т/га		Стебел у структурі врожаю, %	Вміст, %		Розрахун- кове накопиче- ння цукрів, т/га
	біомаси	стебел		соку в стеблі	цукру в соку	
сорт Цукровий 15 / гібрид Медовий						
100	25,0/26,0	18,0/18,3	72/70	67,9/67,6	20,4/20,7	2,49/2,56
100 + пінцировка	29,1/29,1	20,3/20,3	70/70	68,0/68,0	21,7/21,5	3,00/2,97
120	25,7/28,2	16,5/19,1	64/68	69,6/67,1	20,2/20,9	2,32/2,68
120 + пінцировка	31,0/32,0	22,3/23,2	72/73	69,9/72,5	22,1/22,2	3,44/3,74
160	26,0/27,0	18,1/19,0	69/70	68,6/62,5	19,7/21,1	2,44/2,51
160 + пінцировка	32,0/31,5	23,0/23,0	72/73	67,4/69,4	21,3/21,3	3,30/3,40
НІР <sub>0,05</sub>	6,9/5,9	6,4/4,7	–	1,1/1,0	0,4/0,3	0,29/0,29

Значнішим був вплив досліджуваних чинників на якісні показники біомаси культури. Зокрема, за всіх варіантів густоти рослин проведення пінцировки забезпечувало істотне підвищення вмісту цукру в соку. В

середньому за варіантами дослідів пінцировка рослин підвищує вміст цукру соку сорго цукрового в сорту Цукрове 15 на 0,9–1,5 %, в гібрида Медовий – на 0,2–1,3 %, а розрахункове накопичення цукру на 0,51–1,12 та 0,41–1,06 т/га відповідно.

В цілому, за результатами польових досліджень слід відмітити, що з метою підвищення цукристості та отримання максимального виходу цукру сівбу сорго цукрового доцільно проводити на кінцеву густоту стояння рослин 120 тис. шт./га із застосуванням пінцировки.

Ріст і розвиток рослин та формування продуктивності агрофітоценозів сорго цукрового певною мірою залежить від сортових особливостей (табл. 5).

Таблиця 5

**Продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового  
залежно від сортових особливостей, середнє за 2006–2011 рр.**

Сорт, гібрид		Північний Степ				Південний Степ			
		густота рослин перед збиранням, тис. шт./га	урожайність маси, т/га		вміст загальних цукрів, %	густота рослин перед збиранням, тис. шт./га	урожайність маси, т/га		вміст загальних цукрів, %
			зеле-ної	сухої			зеле-ної	сухої	
Сорт	Силосне 42	115,3	70,0	15,8	16,4	94,7	57,5	12,9	13,4
	Фаворит	120,8	74,7	18,8	17,8	99,8	61,7	15,0	15,6
	Цукрове 15	112,4	67,0	16,3	16,9	86,8	52,7	11,8	12,3
	Нектарний	115,4	72,4	16,3	16,9	90,7	55,1	12,4	12,9
Гібрид	Медовий	114,1	71,2	16,1	16,7	96,7	58,7	13,2	13,7
	Довіста	107,5	70,5	15,9	16,5	95,5	58,0	13,0	13,5
	Троїстий	87,8	54,5	12,3	12,8	80,3	53,3	12,0	12,5
НІР <sub>0,05</sub>		10,2	5,1	1,3	0,5	4,0	2,2	0,5	0,3

Дослідження проведені впродовж 2006–2011 рр. показали, що в зоні Північного Степу найвищу продуктивність мали сорти Фаворит, Нектарний та Силосне 42: густота стояння їх рослин перед збиранням становила 120,8, 115,4 і 115,3 тис./га, врожайність зеленої маси – 74,7, 72,4 і 70,0 т/га, сухої – 18,8, 16,3 і 15,8 %, вміст загальних цукрів – 17,8, 16,9 і 16,4 % відповідно.

З гібридів найпродуктивнішими були Медовий та Довіста: врожайність зеленої маси в них була в межах 70,5–71,2 т/га, сухої – 15,9–16,1 т/га, вміст загальних цукрів – 16,5–16,7 %.

Подібну закономірність стосовно продуктивності різних сортів і гібридів сорго цукрового відмічено і в зоні Південного Степу. Проте, як за густотою стояння рослин перед збиранням, так і за врожайністю зеленої та сухої маси і вмістом загальних цукрів вони мали нижчі показники, ніж у зоні Північного Степу (див. табл. 5).

Це пояснюється менш сприятливими погодними умовами вегетаційного періоду в цій зоні.

Для оцінки сорту з погляду його відповідності умовам вирощування і безпосередньої реакції на ці умови було запропоновано використовувати такі характеристики, як пластичність і стабільність сорту (у якості онтогенетичної адаптивності та гомеостатичності рослин).

Сорти, врожайність яких характеризується величиною від середньої до високої, коефіцієнт регресії ( $b$ ) близький або перевищує одиницю, а показник стабільності ( $W$ ) близький до нуля, відносяться до групи сортів, що істотно реагують на зміну умов середовища. Ця група сортів є найвимогливішою до високого агрофону та елементів технології вирощування і належить до більш інтенсивного типу.

За умови  $b = 1$  є повна відповідність зміни врожайності сорту зміні умов вирощування. Якщо  $b < 1$ , то сорт на зміну умов середовища реагує слабше, ніж у середньому весь набір досліджуваних сортів. Такі генотипи краще використовувати на екстенсивному фоні, де вони забезпечують найбільшу віддачу за мінімуму витрат.

За врожайністю сухої маси як інтенсивні можна відмітити сорти Фаворит та Нектарний, решта ж генотипів за цією ознакою належать до відносно низько пластичних (табл. 6).

Таблиця 6

**Класифікація сортів сорго цукрового за ознаками стабільності та пластичності залежно від екологічних умов вирощування, 2006–2011 рр.**

Сорт, гібрид		Урожайність зеленої маси	Урожайність сухої маси	Вміст загальних цукрів
Сорт:	Силосне 42	інтенсивний	—*	інтенсивний
	Фаворит	інтенсивний	інтенсивний	екстенсивний
	Цукрове 15	—*	—*	—*
	Нектарний	екстенсивний	інтенсивний	інтенсивний
Гібрид:	Медовий	інтенсивний	екстенсивний	інтенсивний
	Довіста	інтенсивний	екстенсивний	інтенсивний
	Троїстий	—*	—*	—*

\*— достовірно не відрізняються від середніх значень

За вмістом загальних цукрів до високопластичних сортів та гібридів сорго цукрового можна віднести: Силосне 42, Цукрове 15, Нектарний, Медовий та Довіста.

Комплексний аналіз показників пластичності та стабільності основних елементів продуктивності досліджуваних сортів та гібридів сорго цукрового залежно від екологічних умов вирощування дає можливість виявити сорти інтенсивного типу, які формують свою врожайність залежно від інтенсифікації технології, та екстенсивні сорти, які не знижують продуктивність під впливом несприятливих умов вирощування. А отже останні може бути рекомендовано до вирощування не тільки в несприятливих умовах, але й у разі застосування низьковитратних технологій.

За результатами проведених досліджень встановлено, що сорт Силосне 42 проявляє себе як інтенсивний за врожайністю зеленої маси та вмістом загальних цукрів, тоді як сорт Фаворит є інтенсивним за всіма трьома



показниками. Сорт Нектарний є екстенсивним за врожайністю зеленої маси та інтенсивним за врожайністю сухої маси і вмістом загальних цукрів.

Такі гібриди як Медовий та Довіста є інтенсивними за врожайністю зеленої маси та вмістом загальних цукрів, проте екстенсивні за врожайністю сухої маси.

Подібні закономірності у формуванні прояву ознак стосовно сухої та зеленої маси, пов'язані, насамперед з особливостями росту й розвитку рослин і власне вмістом сухої речовини в біомасі. Адже багато сортів сорго цукрового створювались як кормові, а тому значної уваги накопиченню сухої маси та загальному виходу цукрів не приділялось. Для кормових цілей важливішими показниками є стабільність отримання загального об'єму біомаси і її придатність до згодовування тваринам. Водночас, такий сорт як Нектарний та гібрид Медовий передусім відзначаються особливим цукронакопиченням порівняно з іншими генотипами, тому формування біомаси в них не завжди може відбуватися за інтенсивним типом, що й підтверджено нашими дослідженнями.

У разі вирощування сорго цукрового як біоенергетичної культури особливе значення мають сорти з підвищеним вмістом загальних цукрів (16,4–17,8 %), які можуть бути джерелом альтернативної енергії (табл. 7).

Таблиця 7

**Розрахунковий вихід біопалива та енергії з сорго цукрового залежно від сортових особливостей, середнє за 2006–2011 рр.**

Сорт, гібрид		Північний Степ			Південний Степ		
		Розрахунковий вихід					
		біоетано- нолу, т/га	твердого біопалива, т/га	загальної енергії, ГДж/га	біоетано- нолу, т/га	твердого біопалива, т/га	загальної енергії, ГДж/га
Сорт:	Силосне 42	2,89	19,9	389,8	2,37	16,3	320,2
	Фаворит	3,07	21,2	416,0	2,54	17,5	343,6
	Цукрове 15	2,75	19,1	373,1	2,17	15,0	293,5
	Нектарний	2,98	20,6	403,2	2,27	15,7	306,8
Гібрид:	Медовий	2,93	20,3	396,5	2,41	16,7	326,9
	Довіста	2,90	20,0	392,6	2,39	16,5	323,0
	Троїстий	2,24	15,5	303,5	2,19	15,2	296,8

Впровадження у виробництво адаптованих високопродуктивних сортів Силосне 42, Фаворит, Нектарний, гібридів Медовий і Довіста дає змогу отримати до 2,90–3,07 т/га біоетанола, 20,0–21,2 т/га твердого біопалива та до 392,6–416,0 ГДж/га енергії.

**ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЦУКРОВОГО  
ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНОЯКІСНОСТІ НАСІННЯ ЗА РОЗМІРАМИ  
ТА СПОСОБІВ ЙОГО СТИМУЛЯЦІЇ**

Посівні якості та врожайні властивості насіння сорго цукрового залежать від багатьох чинників, зокрема й від розмірних характеристик та способів його стимуляції. Різноманітність насіння сорго цукрового за розмірами певною мірою впливає на динаміку появи сходів, польову схожість насіння, на ріст і розвиток

рослин на початку вегетаційного періоду. У варіантах з висівом насіння крупної (маса 1000 насінин 25–30 г) та середньої (20–25 г) фракції сходи з'являються на 2–3 доби раніше порівняно з дрібною фракцією (15–20 г) і контролем (суміш фракцій).

Насіння сорго цукрового крупної та середньої фракції забезпечує високий та практично однаковий рівень польової схожості (81,7 і 68,6 %) і стартовий ріст та розвиток рослин – максимальна довжина паростків колеоптилю становить 22,3 і 20,1 см відповідно. Різноманітність насіння за розмірами фракцій більшою мірою проявляється в другій половині вегетації (табл. 8).

Таблиця 8

**Продуктивність сорго цукрового та розрахунковий вихід біопалива і енергії залежно від розміру посівних фракцій (Іванівська ДСС), середнє за 2009–2011 рр.**

Варіант		Густота рослин перед збиранням, тис. шт./га	Урожайність маси, т/га		Вміст загальних цукрів, %	Розрахунковий вихід		
Фракції насіння	Маса 1000 насінин, г		зеленої	сухої		біоетанолу, т/га	твердого біопалива, т/га	енергії, ГДж/га
Суміш – контроль	17–20	166,4	62,4	21,4	16,61	2,51	13,6	281,0
Крупна	25–30	175,3	65,7	22,5	17,54	2,65	14,4	296,7
Середня	20–25	173,0	64,8	22,2	17,32	2,61	14,2	293,0
Дрібна	15–20	153,5	57,5	19,7	15,35	2,31	12,6	259,6
НІР <sub>0,05</sub>		7,5	2,7	7,5	2,7	0,6	0,2	–

Тому ріст рослин був інтенсивнішим за сівби насінням крупної та середньої фракції, що забезпечило густоту стояння рослин перед збиранням у межах 173,0–175,3 тис./га, врожайність зеленої маси – 64,8–65,7 т/га, сухої – 22,2–22,5 т/га, вміст загальних цукрів – 17,32–17,54 % вихід біоетанолу – 2,61–2,65 т/га, твердого біопалива – 14,2–14,4 т/га, енергії – 293,0–296,7 ГДж/га. На порядок нижчими ці показники були за сівби як дрібною фракцією, так і сумішню.

Впродовж 2011–2014 рр. вивчали вплив способів стимуляції насіння сорго цукрового (передпосівне обробляння мікроелементами і мікродобривами) на продуктивність культури. Залежно від варіантів дослідження густота сходів у середньому за роки досліджень коливалась від 9,7 шт./м на контролі до 10,7 шт./м у варіанті із замочуванням насіння в розчині мікродобрив Рост-концентрат (табл. 9).

Стосовно польової схожості насіння сорго, то впродовж років досліджень вона була вищою практично в усіх варіантах стимуляції. Істотне її підвищення, порівняно із показниками контролю, зафіксовано у варіантах з обробкою насіння мікродобривом Аватар (0,7 л/кг), солями мікроелементів марганцю (0,05 %) і цинку (0,05 %) – на 8, 8 та 5 % відповідно. Тенденцію до підвищення

польової схожості насіння відмічено також і у варіантах, де його замочували в звичайній воді, а також розчинах солей Со та Мп.

Таблиця 9

**Продуктивність сорго цукрового залежно від способів стимуляції насіння (Іванівська ДСС), середнє за 2011–2014 рр.**

Варіант		Густота рослин перед збиранням, тис. шт./га	Висота рослин, см	Урожайність, маси т/га		Вміст загальних цукрів, %
				зеленої	сухої	
Без передпосівного оброблення насіння – контроль		134,0	234,3	39,5	17,0	11,9
Замочування в розчинах	у воді	136,8	236,0	40,3	17,3	12,1
	солей мікроелементів цинку (Zn) (0,05 %)	144,0	239,8	42,5	18,2	12,8
	-//- кобальту (Co) (0,05 %)	138,2	237,5	40,8	17,5	12,3
	-//- марганцю (Mn) (0,05 %)	141,1	238,0	41,6	17,9	12,5
	мікродобрих Аватар (0,7 л/кг)	144,0	238,0	42,5	18,2	12,8
	мікродобрих Рост-концентрат (1,0 л/кг)	148,3	239,4	43,7	18,8	13,2
НІР <sub>0,05</sub>		7,2	5,4	2,5	0,24	0,23

Цей показник залежав також від погодних умов у період сівба–сходи. За значення ГТК в 2011 р. 1,3 польова схожість насіння сорго цукрового становила в усіх варіантах досліду 76–84 %, в 2012 р. – ГТК 1,2 – 78–86 %, у 2013 р. – ГТК 0,7 – 73–80 %, у 2014 р. за ГТК 1,0 – 81–89 %.

Найвищий ефект від стимуляції насіння сорго цукрового отримано за передпосівного оброблення розчинами мікродобрих Рост-концентрат (урожайність зеленої маси – 43,7 т/га, сухої – 18,8 т/га, вміст загальних цукрів – 13,2 %), а також мікродобрих Аватар і солей мікроелемента цинку (42,5 т/га, 18,2 т/га та 12,8 % відповідно).

### **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ СУМІСНИХ ПОСІВІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

Сумісна сівба двох культур вивчається давно і знаходить широке застосування в різних районах земної кулі. Такі посіви з біологічно сумісними компонентами є засобом не тільки збільшення збору протеїну, але й підвищення врожаю біомаси. Завдяки узагальненням А. М. Гродзинського, факти про взаємний вплив рослин, тварин, мікроорганізмів перетворилися у науково-обґрунтовану теорію, яка за рахунок експериментальних даних підтвердила наявність алелохімікатів та визначила їх участь у формуванні агрофітоценозів (А. М. Гродзинський, 1973).

У лабораторних умовах та *in vitro* було вивчено алелопатичну активність сорго цукрового в сумісних посівах з буряками, визначено кількісний склад алелохімікатів у вегетативних і генеративних органах рослин, оцінено



Таблиця 11

**Порівняльна оцінка біометричних показників та фотосинтетичної діяльності сорго цукрового залежно від способів сівби (фаза воскової стиглості)**

Показник	Південний Степ (Советська сортодільниця АР Крим, 2006–2008 рр.)		Східний Лісостеп (Іванівська ДСС, 2009–2015 рр.)	
	Спосіб сівби			
	одновидовий	сумісний	одновидовий	сумісний
Висота рослин, см	275,2	271,5	234,3	232,7
Діаметр стебла, мм	13,2	13,7	13,5	14,2
Вміст волоті в зеленій масі, %	34,0	35,3	34,7	36,6
Площа листової поверхні, тис. м <sup>2</sup> /га	53,7	54,6	49,7	50,7
Фотосинтетичний потенціал, млн м <sup>2</sup> ·дїб/га	4,81	4,89	4,45	4,75
Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м <sup>2</sup> за добу	6,6	6,7	6,1	6,5

Так, у фазі воскової стиглості за одновидової сівби площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу були меншими порівняно з сумісною сівбою. Вміст хлорофілу в тканинах рослин сорго тісно пов'язаний з діяльністю листків середнього ярусу та індексом листової поверхні в період їхнього росту. За одновидової сівби різниця між фазами найнижчого вмісту зелених пігментів – кушіння, і найвищого – викидання волоті – становила для хлорофіла  $a$  – 5,31 мг/г,  $b$  – 0,48 мг/г, їх суми 5,79 мг/г, за сумісної сівби – 7,12, 0,52 і 7,64 мг/г сирої маси відповідно (табл. 12).

Таблиця 12

**Вміст хлорофілів у листках та індекс листової поверхні ценозів сорго цукрового за етапами органогенезу залежно від способів сівби (Іванівська ДСС), середнє за 2010–2013 рр.**

Показник	Фази росту і розвитку рослин					
	кушіння	вихід у трубку	стеблу- вання	викидання волоті	воскова стиглість	
Одновидова сівба						
Індекс листової поверхні, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	0,74	3,80	7,27	7,98	7,82	
Хлорофілів, мг/г сирої маси	$a$	0,61	1,01	2,65	5,92	0,61
	$b$	0,16	0,29	0,45	0,64	0,16
	$a + b$	0,77±0,06	1,3±0,13	3,1±0,10	6,56±0,16	0,77±0,25
Сумісна сівба						
Індекс листової поверхні, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	0,65	3,72	6,81	7,89	7,71	
Хлорофілів, мг/г сирої маси	$a$	0,70	1,91	2,74	7,82	0,70
	$b$	0,16	0,38	0,51	0,68	0,22
	$a + b$	0,86±0,07	2,29±0,43	3,25±0,23	8,5±0,16	0,92±0,23

Це вказує на те, що рослини за сумісної сівби містять більше як хлорофілу  $a$ , так і  $b$  та, відповідно, їх суму на одиницю поверхні листків порівняно з одновидовою сівбою.

Продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового за сумісної сівби з маточними буряками була вищою, ніж за одно видової (табл. 13).

Таблиця 13

**Порівняльна оцінка продуктивності сорго цукрового і розрахунковий вихід біопалива та енергії залежно від способів сівби**

Показник		Південний Степ (Советська сортодільниця, АР Крим, 2006–2008 рр.)		Східний Лісостеп (Іванівська ДСС, 2010–2015 рр.)	
		Спосіб сівби			
		одновидовий	сумісний	одновидовий	сумісний
Урожай- ність	зеленої маси, т/га	52,40	56,61	66,2	73,2
	сухої маси, т/га	16,71	16,95	14,87	16,84
Вміст загальних цукрів, %		14,70	15,23	14,95	15,22
Вихід	біоетанолу, т/га	2,06	2,23	2,11	2,88
	твердого біопалива, т/га	11,2	12,2	14,2	15,7
	енергії, ГДж/га	280,20	302,65	353,58	390,97

Так, у середньому за роки досліджень в умовах Південного Степу врожайність зеленої маси сорго на 4,21 т/га, сухої – на 0,24 т/га, вміст загальних цукрів – на 0,53 %, а в умовах Східного Лісостепу – на 7,0 т/га, 1,97 т/га і 0,27 % відповідно були вищими в сумісних посівах порівняно з одновидовою сівбою. Вихід біоетанолу в Південному Степу збільшився з 2,06 т/га за одновидової сівби до 2,23 т/га за сумісної, твердого біопалива – з 11,2 до 12,2 т/га, енергії – з 280,20 до 302,65 ГДж/га відповідно. У Східному Лісостепу за сумісної сівби вихід біоетанолу на 0,77 т/га, твердого біопалива – на 1,5 т/га, енергії – на 37,39 ГДж/га були більшими, ніж за одновидової.

**Алелопатична активність речовин, отриманих з різних органів сорго цукрового за сумісної сівби з маточними буряками.** За вирощування сорго цукрового в сумісних посівах з маточними буряками спостерігається взаємний вплив на ріст і розвиток рослин двох сільськогосподарських культур. На початку вегетації, коли в ґрунті є достатня кількість вологи і поживних речовин, кожна з культур забезпечена в рівній кількості чинниками зовнішнього середовища (сонячна радіація, температура), взаємного пригнічення одних рослин іншими не спостерігається. По мірі росту основної культури ріст рослин маточних буряків загальмовувався. Цей стан фактично триває до збирання основної культури. Проте в середині вегетаційного періоду (ближче до кінця) спостерігається певне гальмування росту й розвитку рослин сорго. Тому були проведені дослідження зі встановлення закономірностей впливу алелопатично активних речовин, отриманих з вегетативних і генеративних органів сорго цукрового на рослини буряків *in vitro*. Встановлено, що найбільша кількість глікозидів та дубильних речовин міститься в насінні сорго – 35 та 5,7 %, у листках і стеблах – 15–20 % та до 1 % відповідно. Вміст глікозидів у коренях сорго досягає 3 %, дубильних речовин – 5 %. За результатами досліджень встановлено, що алелопатично активні речовини з екстрактів різних органів сорго на сьому добу після висадки тест-об'єкта (рослин буряків) негативного впливу на нього не мають. Однак, вже на 14-ту

добу спостерігається поступове пригнічення буряків на варіантах з екстрактами з насіння і коренів сорго, на 21-ту добу – тест-об'єкт гине (рис. 2).



а) 14-та доба



б) 21-та доба

**Рис. 2. Поступове пригнічення тест-об'єкта (рослин буряків) на живильному середовищі з екстрактом коренів сорго цукрового**

**Інгібування фенольних сполук сорго цукрового.** Фенольні сполуки є регуляторами росту, розвитку і репродукції рослин. При цьому вони мають як стимулюючий, так і інгібуючий ефект. Для покращення загального стану рослин та інгібування фенольних сполук, які виділяє сорго цукрове, в поживне середовище *in vitro* доцільно додавати антиоксиданти (рис. 3).

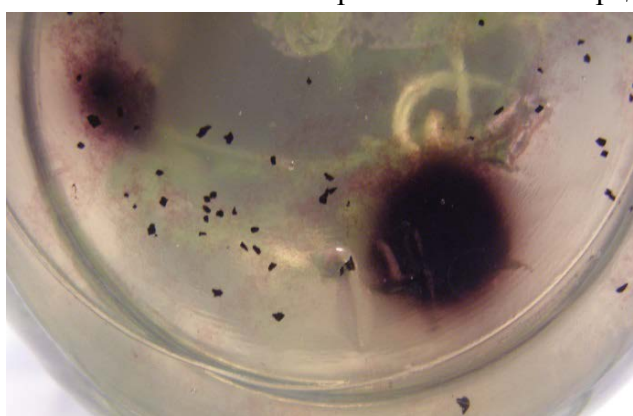


а)

контроль - живильне середовище без антиоксидантів



б)



а)

живильне середовище з антиоксидантом (активоване вугілля)



б)

**Рис. 3. Фенольні плями фіолетового (а) та жовтого забарвлення (б) сорго цукрового в живильному середовищі без антиоксидантів (контроль) та з антиоксидантом (активоване вугілля)**



**Алелопатичні властивості насіння сорго.** Життєздатність насіння зумовлюється різними причинами: місцем розташування плоду на стеблі, залежністю його досягання від екологічних чинників, строками досягання, вмістом фізіологічно активних речовин тощо. Мінливість насіння проявляється не тільки на морфо-генетичному, але й на фізіолого-біохімічному рівні та репродуктивній здатності рослин. Взаємодія рослин у навколишньому природному середовищі розпочинається саме з проростання насіння.

Для дослідження алелопатичної активності готували водні витяжки з насіння гібридів сорго цукрового Медовий, Довіста та сорту Силосне 42 різної концентрації (від 5 до 50 %). У чашки Петрі на фільтрувальний папір розміщували насіння буряків цукрових гібрида Український ЧС 97 і додавали 7 мл водної витяжки з насіння сорго. В контрольному варіанті використовували дистильовану воду та тест-об'єкт – овес. Встановлено, що за водної витяжки з насіння сорго цукрового гібриду Медовий з концентрацією 40 % енергія проростання насіння буряків цукрових становила 13 %, що на 83,7 % нижче показників контролю (рис. 4).



а) дистильована вода – контроль



б) водна витяжка з насіння сорго гібриду Медовий з концентрацією 40 %

**Рис. 4. Вплив водного екстракту сорго цукрового на енергію проростання насіння буряків цукрових**

Значний фітотоксичний вплив на насіння буряків мають також водні витяжки гібридів сорго Медовий та Довіста з концентрацією 5 та 10 %. Енергія проростання насіння буряків за різних концентрацій витяжки гібриду Медовий становила від 13 до 21 %, що на 83,8–73,8 % нижче за контроль. Водні витяжки (концентрації 5 та 10 %) гібриду Довіста також спричиняли істотне зниження енергії проростання насіння буряків порівняно з контрольним варіантом (на 58,9 та 71,8 % відповідно).

Відносно толерантними щодо енергії проростання насіння буряків виявились алелопатично активні речовини водних витяжок сорго сорту Силосне 42, де цей показник був на рівні контролю (63–65 %). Таким чином, водні витяжки з насіння сорго цукрового різних сортів і гібридів та різних концентрацій (від 5 до 50 %) *in vitro* мають фітотоксичний вплив на енергію проростання буряків цукрових.



## ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЦУКРОВОГО В СУМІСНИХ ПОСІВАХ З МАТОЧНИМИ БУРЯКАМИ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ І СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

Дослідження проводилися впродовж 2010–2014 рр. на Іванівській ДСС за сумісної сівби сорго цукрового гібридів Медовий (середньостиглий, вегетаційний період – 110–120 діб) і Довіста (пізньостиглий, вегетаційний період – 130–140 діб) з маточними буряками цукровими (гібрид Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84). Встановлено, що ріст і розвиток рослин сорго цукрового в умовах Східного Лісостепу певною мірою залежить від строків сівби та сортових особливостей (табл. 14).

*Таблиця 14*

### Тривалість появи сходів і польова схожість насіння залежно від строків та способів сівби (Іванівська ДСС), середнє за 2010–2014 рр.

Варіанти			Густота сходів, шт./м рядка		Тривалість появи сходів, діб		Польова схожість насіння, %		ГТК в період сівба–сходи
Строк сівби (фактор А)	Спосіб сівби (фактор Б)		Медовий	Довіста	Медовий	Довіста	Медовий	Довіста	
I-ша декада травня – контроль	Одновидовий	сорго	8,1*	8,0	13	14	64,3	65,0	0,7
		буряки	19,1**	16,5	8	9	74,1	71,7	
	Сумісний:	сорго +	7,9	8,0	14	15	64,0	65,3	0,5
		маточні буряки	7,6	7,6	10	11	78,2	73,2	
II-га декада травня	Одновидовий	сорго	8,4	8,5	11	12	73,5	73,2	0,8
		буряки	17,3	16,7	10	10	75,2	70,9	
	Сумісний:	сорго +	10,0	9,0	11	12	74,3	78,0	0,8
		маточні буряки	7,8	7,8	12	12	76,0	72,3	
III-тя декада травня	Одновидовий	сорго	10,5	9,3	10	12	80,7	79,3	1,0
		буряки	18,0	17,8	13	14	76,9	75,6	
	Сумісний:	сорго +	10,3	9,5	9	11	79,5	79,4	1,0
		маточні буряки	7,8	7,8	14	15	77,3	76,1	

\*чисельник – показники гібридів сорго цукрового;

\*\*знаменник – показники маточних буряків.

Строки сівби насамперед вплинули на динаміку появи сходів. Тривалість появи сходів сорго цукрового за обох способів сівби в гібрида Медовий була найменшою (9–11 діб) за сівби в другій-третьій декадах травня, найбільшою (13–14 діб) – у першій декаді травня; у гібрида Довіста ці показники становили 11–12 і 14–15 діб відповідно. Польова схожість насіння сорго цукрового також істотно залежала від строків сівби.

В середньому за роки досліджень за сівби в першій декаді травня в гібрида Медовий вона була на рівні 64,0–64,3 %, що на 9,2–10,3 % та 15,5–16,4 % менше порівняно з другою та третьою декадами травня. Кількість сходів сорго на 17-ту добу після сівби була на 0,3–2,1 шт./м більшою за сівби в другій декаді та на 2,4–2,4 шт./м – в третій декаді, ніж за сівби в першій декаді травня.

У гібрида Довіста найвищі польову схожість (79,3–79,4 %) та густоту сходів (9,3–9,5 шт./м рядка) також відмічено за сівби в третій декаді травня.

Для порівняння в гібрида Медовий ці показники становили 79,5–80,7 % і 10,3–10,5 шт./м рядка відповідно. Водночас за сівби в першій декаді травня зазначені показники були практично однакові як у гібрида Медовий, так і Довіста.

Стосовно росту й розвитку рослин маточних буряків, то необхідно відмітити, що за сумісної сівби з гібридом Довіста залежно від строків сівби густина сходів буряків коливалася в межах 7,6–7,8 шт./м рядка, тривалість їх появи – 15–12 діб, польова схожість – 72,3–76,1 %; з гібридом Медовий ці показники становили 7,6–7,8 шт./м, 14–9 діб і 76,0–78,2 % відповідно. Таким чином, досліджувані показники були практично однаковими як за сівби з гібридом Довіста, так і Медовим. За сумісної сівби польова схожість буряків дещо підвищувалась за всіма строками сівби порівняно з одновидовою сівбою сорго. Це пояснюється тим, що насіння сорго за проростання виділяє алелопатично активні речовини (коліни), які в низьких концентраціях мають стимулюючу дію та позитивно впливають на польову схожість маточних буряків, що і підтверджується нашими дослідженнями *in vitro*.

Строки сівби значною, сортові особливості та погодні умови вегетаційного періоду дещо меншою мірою впливають на проходження фаз росту й розвитку рослин сорго. Тривалість вегетаційного періоду сходи–воскова стиглість у гібрида Медовий за сівби в першій декаді травня становила 100 діб, у другій декаді – 92 і в третій декаді травня – 88 діб; у гібрида Довіста – 105, 98 і 96 діб відповідно. Тривалість фаз розвитку сорго цукрового не залежала від способів сівби, але помітно змінювалась залежно від погодних умов вегетаційного періоду: за значення ГТК 1,0–1,2 тривалість періоду сходи–воскова стиглість становила 100 діб, за ГТК 1,2–1,3 – 94 доби.

Сорго цукрове має потужну кореневу систему, розвиток якої залежить як від способу сівби, так і від температури ґрунту та глибини загортання насіння. За сумісної сівби інтенсивність добового приросту коренів за температури ґрунту +12–15 °С становила 2,1 см, +16–18 °С – 1,8 см, +19–23 °С – 2,6 см. За одновидової сівби добовий приріст коренів був меншим і становив за першими двома температурними режимами ґрунту – 1,6 см, а за температури +19–23 °С – 2,2 см. Загортання насіння глибше 4–5 см за різних температурних режимів призводить до зниження інтенсивності процесів, пов'язаних з утворенням вузлових коренів, незалежно від способів сівби.

Строки і способи сівби та сортові особливості певною мірою вплинули на ступінь росту й розвитку рослин. В обох досліджуваних гібридів висота рослин, кількість стебел і листків, довжина волоті та кількість суцвіть збільшувались з кожним наступним строком сівби. Так, якщо висота рослин у гібрида Медовий за першого строку сівби становила 232,3–234,4 см, то за третього – 238,4–251,4 см, кількість стебел – 5,3–5,7 і 5,6–6,2 шт. відповідно. У гібрида Довіста за всіх строків сівби ці показники були нижчими. Стосовно ступеня розвитку рослин залежно від способів сівби, то за всіх строків сівби відмічалась тенденція до зменшення висоти рослин та довжини волоті за сумісної сівби з буряками цукровими порівняно з одновидовою сівбою. Наприклад, у гібрида Медовий довжина волоті за одновидової сівби становила 23,6–24,5 см, за сумісної – 22,6–24,0 см.

Продуктивність сорго цукрового як біоенергетичної культури зумовлюється густотою стояння рослин перед збиранням, урожайністю зеленої та сухої маси і вмістом загальних цукрів. У середньому за роки досліджень як в гібрида Медовий, так і Довіста ці показники були істотно більшими за сівби в третій декаді травня порівняно з контролем (І декада) (табл. 15). За всіх строків сівби врожайність зеленої маси сорго цукрового в обох гібридів була на 6,6–16,3 % більшою в сумісних посівах з буряками цукровими порівняно з одновидовою сівбою.

Таблиця 15

**Продуктивність сорго цукрового залежно від строків і способів сівби  
(Іванівська ДСС), середнє за 2010–2014 рр.**

Варіант		Густота рослин перед збиранням, тис. шт./га		Урожайність маси, т/га				Вміст загальних цукрів, %		ГТК вегетаційного періоду
Строк сівби (фактор А)	Спосіб сівби (фактор Б)	М	Д	зеленої		сухої		М	Д	
				М	Д	М	Д			
І-ша декада травня – контроль	Одновидова сівба сорго	168,2	165,2	58,9	58,0	13,5	13,3	15,37	15,14	1,0
	Сумісна сівба сорго + маточні буряки	* <u>163,8</u> 145,1	<u>161,3</u> 133,4	** <u>68,5</u> 107,8	<u>68,0</u> 101,3	<sup>×</sup> <u>15,7</u> –24, 5	<u>15,6</u> 23,1	17,88	17,75	1,0
II-га декада травня	Одновидова сівба сорго	185,8	180,4	65,9	63,7	15,1	14,6	17,20	16,62	1,2
	Сумісна сівба сорго + маточні буряки	<u>210,0</u> 172,0	<u>205,3</u> 164,6	<u>72,5</u> 127,3	<u>65,0</u> 122,1	<u>16,8</u> 24,4	<u>14,9</u> 22,9	18,92	16,96	1,2
III-тя декада травня	Одновидова сівба сорго	221,5	215,3	73,8	69,5	16,9	15,0	19,26	18,14	1,3
	Сумісна сівба сорго + маточні буряки	<u>217,6</u> 171,2	<u>211,4</u> 165,8	<u>78,7</u> 134,9	<u>74,5</u> 130,2	<u>18,0</u> 24,2	<u>17,1</u> 22,4	20,54	19,44	1,3
НІР <sub>0,05</sub>		А – 18,3 Б – 17,8		А – 1,24 Б – 1,01		А – 0,4 Б – 0,5		А – 0,3 Б – 0,3		–

**Примітки:** М – гібрид Медовий; Д – гібрид Довіста.

\* чисельник – густота стояння рослин сорго; знаменник – густота стояння маточних буряків;

\*\* чисельник – урожайність зеленої маси сорго; знаменник – вихід маточних коренеплодів, тис./га;

<sup>×</sup> чисельник – урожайність сухої маси в рослинах сорго; знаменник – вміст сухої речовини в коренеплодах маточних буряків.

Щодо показників основних елементів продуктивності маточних буряків, то слід відмітити, що за всіх строків сівби в сумісних посівах обох гібридів сорго, вони були нижчими порівняно з одновидовою сівбою. Останнє слід пояснювати алелопатичною дією кореневих виділень рослин сорго за сумісного вирощування цих культур.

Результати проведеного дисперсійного аналізу свідчать про комплексність та істотність впливу факторів, що досліджувались. Основну роль у формуванні продуктивності сорго цукрового відіграють строки сівби – 59 %. Значною мірою на цей показник також впливають спосіб сівби та погодні умови – 27 та 12 % відповідно. Частка фактору сортові особливості становить 2 %.

В середньому за роки досліджень найвищу ефективність вирощування сорго цукрового як гібрида Медовий, так і Довіста відмічено за сумісної сівби з маточними буряками в третій декаді травня: вихід біоетанолу становив 3,10 і 2,93 т/га, твердого палива – 16,9 і 15,9 т/га, енергії – 347,5 і 329,0 ГДж/га відповідно.

### **ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО ЦУКРОВОГО В ОДНОВИДОВИХ І СУМІСНИХ ПОСІВАХ З МАТОЧНИМИ БУРЯКАМИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИХІДНОЇ ГУСТОТИ (НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ) ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ**

Для отримання високої продуктивності культури необхідно створити оптимальні умови для проходження всіх етапів органогенезу сорго цукрового. Сумісні посіви, як засіб підвищення продуктивності та якості біомаси в процесі вирощування культур, зможуть виконати свою роль лише за дотримання певних елементів технології.

**Ріст і розвиток рослин сорго цукрового та маточних буряків.** Ріст і розвиток рослин сорго цукрового і маточних буряків та їх продуктивність залежать від норми висіву насіння (густоти стояння рослин) упродовж онтогенезу: як на початку вегетаційного періоду (поява сходів, польова схожість насіння), так і в наступний період вегетації. За вирощування в Південному Степу сорго цукрового сорту Силосне 42 за норми висіву насіння 10–12 кг/га (контроль) польова схожість у середньому за роки досліджень становила 63–66 %, густина сходів – 8,2–8,6 шт./м, за норми висіву 12–15 кг/га – 67–70 % і 8,7–9,1 шт./м відповідно. У гібрида Медовий ці показники за нормами висіву становили 65–69 % і 8,5–9,0 шт./м, 70–73 % і 9,1–9,5 шт./м. відповідно (табл. 16).

У Східному Лісостепу в гібрида Медовий за норми висіву насіння сорго 6–8 кг/га (контроль) польова схожість у середньому за роки досліджень становила 81–83 %, густина сходів – 10,2–10,4 шт./м, за норми висіву 8–10 кг/га – 82–84 % і 13,1–13,5 шт./м; у гібрида Довіста – 80–81 % і 7,6–10,2 шт./м, 81–82 % і 10,2–13,0 шт./м. відповідно (табл. 17).

**Тривалість появи сходів і польова схожість насіння залежно від норми висіву, способів сівби та сортових особливостей (Південний Степ), середнє за 2005–2008 і 2010–2011 рр.**

Варіант		Густота сходів, шт./м	Тривалість появи сходів, діб	Польова схожість насіння, %	ГТК в період сівба–сходи
Норма висіву насіння, кг/га (фактор А)	Спосіб сівби (фактор Б)				
<b>Сорт Силосне 42 (фактор В)</b>					
10–12	Одновидовий (контроль): <u>сорго</u> маточні буряки	<u>8,2</u> 19,0	12	<u>63</u> 71	1,0
	Сумісний: сорго + маточні буряки	* <u>8,6</u> 18,7	12	<u>66</u> 68	1,0
12–15	Одновидовий (контроль): <u>сорго</u> маточні буряки	<u>8,7</u> 20,1	13	<u>67</u> 79	1,0
	Сумісний: сорго + маточні буряки	<u>9,1</u> 19,2	14	<u>70</u> 76	1,0
<b>Гібрид Медовий (фактор В)</b>					
10–12	Одновидовий (контроль): <u>сорго</u> маточні буряки	<u>8,5</u> 20,3	11	<u>65</u> 82	1,0
	Сумісний: сорго + маточні буряки	<u>9,0</u> 19,5	11	<u>69</u> 71	1,0
12–15	Одновидовий (контроль): <u>сорго</u> маточні буряки	<u>9,1</u> 20,5	12	<u>70</u> 75,1	1,0
	Сумісний: сорго + маточні буряки	<u>9,5</u> 20,2	13	<u>73</u> 75	1,0
НІР <sub>0,05</sub>		А – 0,6 Б – 0,7 В – 0,4	–	А – 2,4 Б – 2,5 В – 2,6	–

\*Чисельник – показники сорго; знаменник – показники маточників цукрових буряків.

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що на схожість насіння сорго цукрового найістотніше впливають фактори способів сівби та біологічні особливості гібриду – по 39 %, та норма висіву – 18 %. Вплив решти факторів незначний і перебуває в межах 1–4 %. Ступінь розвитку рослин сорго певною мірою залежить як від норми висіву насіння й способу сівби, так і сортових особливостей. Зокрема, в сорту Силосне 42 (Південний Степ) у фазі молочно-воскової стиглості за одновидової сівби за норми висіву насіння 12–15 кг/га висота рослин у середньому за роки досліджень збільшувалась на 5,9 см, маса однієї рослини зменшувалась на 21,1 г, вміст у зеленій масі волоті збільшувався на 3,2 %, площа листової поверхні – на 2,2 тис. м<sup>2</sup>/га порівняно з нормою висіву насіння 10–12 шт./м.

**Польова схожість насіння і густина сходів сорго цукрового залежно від сортових особливостей, способів сівби та норми висіву насіння (Іванівська ДСС), середнє за 2010–2014 рр.**

Варіанти				Показники			
гібрид (фактор А)	спосіб сівби (фактор Б)	норма висіву насіння, кг/га (фактор В)		польова схожість насіння, %		густина сходів, шт./м	
		сорго	буряки	сорго	буряки	сорго	буряки
Медовий	Одновидовий (контроль): <u>сорго</u> маточні буряки	6–8	4,1	81	82	10,2	8,0
		8–10	4,5	82	80	13,1	8,3
	Сумісний: сорго + маточні буряки	6–8	4,1	83	72	10,4	7,8
		8–10	4,5	84	73	13,5	7,9
Довіста	Одновидовий (контроль): <u>сорго</u> маточні буряки	6–8	4,1	80	75	7,6	8,0
		8–10	4,5	81	73	10,0	8,3
	Сумісний: сорго + маточні буряки	6–8	4,1	81	72	10,2	7,8
		8–10	4,5	82	70	13,0	7,9
НІР <sub>0,05</sub> (фактор А)				1,7		1,2	
НІР <sub>0,05</sub> (фактор Б)				2,3		1,5	
НІР <sub>0,05</sub> (фактор В)				2,1		1,4	

За сумісної сівби висота рослин за норми висіву насіння 12–15 кг/га була більшою на 6,8 см, маса однієї рослини – на 19,8 г меншою, вміст у зеленій масі волоті та площа листової поверхні – на 3,7 % та 0,6 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно більшими, ніж за норми висіву 10–12 кг/га. У Східному Лісостепу за норми висіву норми висіву 6–8 кг/га висота рослин в середньому за варіантами становила 239,8 см, довжина волоті – 24,5 см, за вихідної норми висіву 8–10 кг/га – 237,4 і 26,1 см відповідно.

Як за одновидової, так і за сумісної сівби збільшення норми висіву насіння сорго з 6–8 до 8–10 кг/га зумовлювало зменшення висоти рослин, кількості стебел, листків та суцвіть і збільшення довжини волоті.

Стосовно інтенсивності початкового росту рослин маточних буряків в обох зонах проведення досліджень, то слід відмітити, що в сумісних посівах показники їх польової схожості та густоти сходів були нижчими порівняно з одновидовою сівбою. Останнє слід пояснювати алелопатичною дією кореневих виділень рослин сорго за сумісного вирощування цих культур.

**Продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового.** Врожайність зеленої маси сорго залежить як від норми висіву насіння, так і способу сівби та сортових особливостей. За більшої норми висіву насіння сорго (густоти стояння рослин) маса однієї рослини зменшувалась. Проте, за рахунок збільшення кількості рослин на одиницю площі за норми висіву 12–15 кг/га, вихід зеленої маси сорго цукрового сорту Силосне 42 зростав на 2,9 т/га за одновидової сівби

і на 3,8 т/га – за сумісної, сухої речовини – на 0,56 і 0,74 т/га, вміст загальних цукрів – на 0,76 і 0,99 % відповідно порівняно з нормою висіву 10–12 кг/га (табл. 18).

Таблиця 18

**Продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового залежно від норми висіву, способів сівби та сортових особливостей (Південний Степ), середнє за 2005–2008 і 2010–2011 рр.**

Варіанти		Сорт/гібрид (фактор В)					
		Сорт Силосне 42			Гібрид Медовий		
норма висіву, кг/га (фактор А)	спосіб сівби (фактор Б)	Урожайність маси, т/га		вміст загальних цукрів, %	урожайність маси, т/га		вміст загальних цукрів, %
		зеленої	сухої		зеленої	сухої	
10–12	Одновидова сівба сорго (контроль)	48,7	9,50	12,71	58,6	11,43	15,30
	Сумісна сівба сорго + маточні буряки	51,7	10,08	13,50	61,6	12,01	16,08
12–15	Одновидова сівба сорго	51,6	10,06	13,47	61,8	12,04	16,13
	Сумісна сівба сорго + маточні буряки	55,5	10,82	14,49	65,4	12,75	17,07
НІР <sub>0,05</sub>		А – 2,9 Б – 3,1 В – 5,7	А – 1,75 Б – 1,04 В – 2,1	А – 0,7 Б – 0,8 В – 2,3	А – 2,9 Б – 3,1 В – 5,7	А – 1,75 Б – 1,04 В – 2,1	А – 0,7 Б – 0,8 В – 2,3

У Східному Лісостепу в середньому за роки досліджень найвищу продуктивність сорго цукрового отримано в гібрида Медовий у сумісних посівах з маточними буряками за норми висіву 8–10 кг/га: врожайність зеленої маси становила 68,8 т/га, сухої маси – 13,41 т/га, вміст загальних цукрів – 17,96 %, що перевищує значення аналогічних показників за норми висіву 6–8 кг/га. Аналогічну закономірність відмічено і в гібрида Довіста, проте показники його продуктивності були дещо нижчими, ніж у гібрида Медовий (табл. 19).

**Водоспоживання сорго цукрового.** Впродовж 2010–2013 рр. в умовах Східного Лісостепу вивчали особливості водоспоживання сорго цукрового в різні міжфазні періоди його розвитку за схемою: фактор А – ширина міжрядь: 45 і 70 см; фактор Б – густина стояння: 120, 160 і 200 тис./га. Встановлено, що максимальна гігроскопічність ґрунту (МГГ) в середньому по профілю 0–100 см становить 8,11. Коренева система рослин сорго за рахунок вищого осмотичного тиску здатна поглинати з ґрунту плівчасту форму води. Залежно від ширини міжрядь сумарне водоспоживання змінювалося з 3478–3556 м<sup>3</sup>/га за ширини міжрядь 45 см до 3518–3576 м<sup>3</sup>/га за ширини міжрядь 70 см. Коефіцієнт

водоспоживання становив 638–852 і 692–835 м<sup>3</sup>/т відповідно. За таких умов рослини сорго цукрового споживають воду нерівномірно: більша її частина (58,1 %) використовується ними впродовж 35 діб у період між фазами вихід у трубку–цвітіння.

Таблиця 19

**Продуктивність сорго цукрового залежно від сортових особливостей, способів сівби та норми висіву насіння (Східний Лісостеп), середнє за 2010–2014 рр.**

Варіанти			Густота рослин перед збиранням, тис. шт./га	Урожайність, т/га		Вміст загальних цукрів, %
гібрид (фактор А)	спосіб сівби (фактор Б)	норма висіву насіння, кг/га (фактор В)		зеленої маси	сухої маси	
Медовий	Одновидовий: сорго маточні буряки	6–8 контроль	211,7	47,6	9,28	12,42
		8–10	272,8	61,7	12,03	16,10
	Сумісний: сорго + маточні буряки	6–8	211,2	58,0	11,31	15,14
		8–10	286,0	68,8	13,41	17,96
Довіста	Одновидовий: сорго маточні буряки	6–8 контроль	154,0	46,8	9,12	12,22
		8–10	206,8	61,0	11,89	15,92
	Сумісний: сорго + маточні буряки	6–8	215,6	56,2	10,92	14,67
		8–10	278,8	63,9	12,46	16,68
НІР <sub>0,05</sub>			А – 18,3 Б – 17,1 В – 16,5	А – 5,4 Б – 3,2 В – 2,8	А – 2,1 Б – 1,03 В – 1,15	А – 2,3 Б – 0,7 В – 0,6

**ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РЕКОМЕНДОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЦУКРОВОГО**

**Економічна ефективність.** Економічну оцінку технології вирощування сорго цукрового для виробництва біопалива проводили на основі складання технологічної карти. Одержані результати та аналіз показників економічної ефективності показують, що для господарств, що розміщені в зонах Північного і Південного Степу, вискоєфективним є вирощування сортів Фаворит, Нектарний, Силосне 42, гібридів Медовий та Довіста. Річний економічний ефект за вирощування гібридів становив 71,2–99,8, 26,6–49,9 і 27,7–53,2 тис. грн, сортів – 38,8–66,6 і 32,3–58,8 тис. грн відповідно. Високу економічну ефективність отримано за сумісної сівби сорго цукрового з маточними буряками: в зоні Південного Степу річний економічний ефект склав 10,1–11,6 тис. грн, в зоні Східного Лісостепу – 11,9–13,0 тис. грн. За вирощування сорго цукрового в сумісних посівах у зоні Південного Степу за норми висіву насіння 12–15 кг/га (контроль – норма висіву 10–12 кг/га) річний економічний ефект становив 2,1 тис. грн; у зоні Східного Лісостепу за норми



висіву насіння 8–10 кг/га (контроль – 6–8 кг/га) – 5,1 тис. грн; у Східному Лісостепу за сівби сорго цукрового в третій декаді травня (контроль – друга декада травня) – 2,1 тис. грн. Високу економічну ефективність отримано за сівби сорго цукрового стимульованим насінням: річний економічний ефект на площі 5 га склав 6,5 тис. грн.

**Енергетична ефективність.** Аналіз проведених розрахунків сумарних витрат непоновлюваної енергії, вихід її з урожаєм біомаси та коефіцієнт енергетичної ефективності (*K<sub>ee</sub>*) показує на високу ефективність рекомендованих прийомів. За вирощування сорту Фаворит у зоні Степу енергетичний еквівалент продукції становив 399,44–339,92 МДж/га, *K<sub>ee</sub>* – 9,74 і 13,40, що відповідно на 16,2 і 28,8 % вище порівняно з сортом Цукрове 15 (*K<sub>ee</sub>* – 8,38 і 10,40). У Східному Лісостепу за сумісної сівби сорго з маточними буряками енергетичний еквівалент становив 384,56–517,96 ГДж/га, *K<sub>ee</sub>* – 10,27–11,34, за одновидової сівби – 304,44–360,53 ГДж/га і 10,01–9,70 відповідно. За сівби стимульованим насінням з нормою висіву 8–10 кг/га енергетичний еквівалент становив 490,96 ГДж/га, *K<sub>ee</sub>* – 9,88, що на 22,7 % перевищує аналогічний показник за сівби нестимульованим насінням з нормою висіву 6–8 кг/га.

## ВИСНОВКИ

1. У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми, що виявляється у встановленні закономірностей формування агрофітоценозів сорго цукрового як біоенергетичної культури та розробці елементів технології його вирощування в умовах Степу і Лісостепу України шляхом виявлення особливостей росту, розвитку та продуктивності рослин залежно від оптимізації сортименту сортів (гібридів), способів і строків сівби, норми висіву і стимуляції насіння та погодних умов вегетаційного періоду. Використання результатів досліджень забезпечує врожайність біомаси на рівні 67–80 т/га, цукристість соку – 16–18 %, вихід біоетанолу – 2,5–3,5 т/га.

2. Ріст, розвиток та формування продуктивності агрофітоценозів сорго цукрового певною мірою залежить від біологічних особливостей досліджуваних генотипів. Адаптованими до умов Північного і Південного Степу є сорти Фаворит, Нектарний, Силосне 42, гібриди Медовий, Довіста: врожайність зеленої маси в них була в межах 70,0–74,7 т/га, сухої – 15,8–18,8 т/га, вміст загальних цукрів – 16,4–17,8 %, розрахунковий вихід біоетанолу – 2,89–3,07 т/га, твердого біопалива – 19,9–21,2 т/га, енергії – 389,8–416,0 ГДж/га.

3. На основі узагальнення теоретичних та експериментальних даних встановлено, що сорго цукрове як біоенергетичну культуру слід розміщувати в регіоні, де сума опадів за рік становить 460–560 мм, зокрема за вегетаційний період – 322–400 мм, запаси вологи в шарі ґрунту 0–150 см весною – 150–180 мм, сума температур за період активної вегетації – 2450–2800 °С, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – 0,8–1,3.

4. Посівні якості та врожайні властивості сорго цукрового залежать від розмірних характеристик та способів його стимуляції. Сівба насінням крупних (маса 1000 насінин – 25–30 г) і середніх (20–25 г) фракцій забезпечує високі й практично однакові значення показників польової схожості (81,7 і 68,6 %), густоти стояння рослин перед збиранням (173,0–175,3 тис./га), врожайності зеленої (57,5–65,7 т/га) та сухої (19,7–22,5 т/га) маси, вмісту загальних цукрів (15,35–17,54 %) порівняно з дрібною фракцією (маса 1000 насінин – 15–20 г).

Стимуляція насіння шляхом передпосівного оброблення в розчинах солей мікроелементів і мікродобрив підвищує інтенсивність та дружність проростання насіння, що сприяє оптимальному росту й розвитку та кращому збереженню рослин протягом вегетаційного періоду та, зрештою, підвищенню врожайності сирої і сухої маси та вмісту загальних цукрів.

5. Теоретичною основою формування сумісних посівів сорго цукрового з маточними буряками є взаємний вплив на ріст, розвиток і продуктивність цих двох культур внаслідок алелопатичної взаємодії рослин. Дослідженнями, проведеними *in vitro* встановлено, що в генеративних і вегетативних органах сорго цукрового міститься значна кількість алелопатично активних речовин, які здатні впливати на тест-об'єкт. Водні витяжки з насіння сорго цукрового різних сортів і гібридів та різних концентрацій (від 5 до 50 %) мають як фітотоксичний, так і стимулюючий ефект на енергію проростання та схожість насіння буряків цукрових.

6. Умови росту й розвитку рослин сорго цукрового за вирощування в одновидових і сумісних посівах мали певний вплив на проходження міжфазних періодів, біометричні показники рослин, накопичення хлорофілу, формування біомаси та на вихід біопалива і енергії. Тривалість появи сходів, перших (3–4-го) і наступних (7–8-го) листків була практично однаковою за обох способів сівби і становила 4–9 діб у зоні Південного Степу та 4–10 діб – Східного Лісостепу. Наступні фази розвитку (вихід у трубку, стеблеутворення, викидання волоті, цвітіння, воскова і повна стиглість) наступали в сумісних посівах на 3–4 доби пізніше порівняно з одновидовими. Тому вегетаційний період сорго цукрового в одновидових посівах в умовах Південного Степу становив 112 діб, Східного Лісостепу – 123 доби, в сумісних – 114 та 127 діб відповідно.

7. Вміст хлорофілу в тканинах рослин сорго тісно пов'язаний з діяльністю листків середнього ярусу та індексом листкової поверхні в період їхнього росту. За одновидової сівби різниця між фазами найнижчого вмісту зелених пігментів – викидання волоті, і найвищого – стеблування – становила для хлорофіла *a* – 5,31 мг/г, *b* – 0,48 мг/г, їх суми – 5,79 мг/г, за сумісної сівби – 7,12, 0,46 і 7,58 мг/г сирої маси відповідно.

8. Продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового за сумісної сівби з маточними буряками була вищою, ніж за одновидової. У середньому за роки досліджень в умовах Південного Степу врожайність зеленої маси сорго на 4,21 т/га, сухої – на 0,24 т/га, вміст загальних цукрів – на 0,53 %, а в умовах Східного Лісостепу – на 7,0 т/га, 1,97 т/га і 0,27 % відповідно були вищими в сумісних посівах порівняно з одновидовою сівбою.

9. Аналіз біоенергетичних показників сорго цукрового показав, що за сумісної сівби з маточними буряками в умовах Південного Степу вихід біоетанолу збільшився на 8,3 %, твердого біопалива – на 8,9 %, енергії – на 8,0 %, в умовах Східного Лісостепу – на 36,5, 10,6 і 10,6 % відповідно порівняно з одновидовою сівбою.

10. В умовах Східного Лісостепу України на формування продуктивності сорго як енергетичної культури впливають строки і способи сівби, біологічні особливості досліджуваних сортів та гібридів та погодні умови вегетаційного періоду. Тривалість появи сходів сорго цукрового за обох способів сівби в гібрида Медовий була найменшою (9–11 діб) за сівби в другій-третьій декадах травня, найбільшою (13–14 діб) – у першій декаді травня; у гібрида Довіста ці показники становили 11–12 і 14–15 діб відповідно. За значення ГТК впродовж вегетації культури на рівні 1–1,2 тривалість періоду сходи–воскова стиглість становила 100 діб, за ГТК 1,2–1,3 – 94 доби. Тривалість вегетаційного періоду сходи–воскова стиглість у гібрида Медовий за сівби в першій декаді травня становила 100 діб, у другій декаді – 92 і в третій декаді травня – 88 діб; у гібрида Довіста – 105, 98 і 96 діб відповідно.

11. Сорго цукрове має потужну кореневу систему, основна маса якої знаходиться у верхньому шарі ґрунту (0–60 см). Її розвиток залежить від погодних умов вегетаційного періоду, способів сівби, а також від температури ґрунту та глибини загортання насіння. За сумісної сівби з маточними буряками інтенсивність добового приросту коренів за температури ґрунту +12–15 °С становила 2,1 см, +16–18 °С – 1,8 см, +19–23 °С – 2,6 см. За одновидової сівби добовий приріст коренів був меншим і становив за першими двома температурними режимами ґрунту – 1,6 см, за третього – 2,2 см. Загортання насіння глибше 4–5 см за різних температурних режимів призводило до зниження інтенсивності утворення вузлових коренів, незалежно від способів сівби. Дослідження щодо рівня вологозабезпеченості рослин сорго показали, що в умовах недостатнього зволоження Східного Лісостепу коефіцієнт в'янення рослин становить 1,14–1,20 і залежить як від ширини міжрядь, так і густоти їх стояння. Найінтенсивніше рослини сорго споживають воду в міжфазний період вихід в трубку–цвітіння: впродовж 35 діб вони використовують близько 58,1 % її загальних запасів.

12. Ступінь розвитку й продуктивність рослин сорго цукрового залежать як від строків і способів сівби, так і сортових особливостей та погодних умов вегетаційного періоду. В обох досліджуваних гібридів висота рослин, кількість стебел і листків, довжина волоті та кількість суцвіть збільшувались з кожним наступним строком сівби, однак у гібрида Довіста зазначені показники були дещо нижчими за всіх строків сівби. За сумісної сівби з маточними буряками на всіх варіантах дослідження відмічено тенденцію до зменшення лінійних розмірів рослин сорго цукрового порівняно з одновидовою сівбою. В середньому за роки досліджень як в гібрида Медовий, так і Довіста густота стояння рослин перед збиранням, урожайність зеленої маси, вміст сухої речовини та цукристість соку були більшими за сівби в третій декаді травня порівняно з першою декадою травня. При цьому, за всіх строків сівби врожайність зеленої

маси сорго цукрового в обох гібридів була на 6,6–16,3 % більшою в сумісних посівах з буряками цукровими порівняно з одновидовою сівбою.

13. За більшої норми висіву насіння сорго (густоти стояння рослин) маса однієї рослини зменшувалась. Проте, за рахунок збільшення кількості рослин на одиницю площі за норми висіву 12–15 кг/га (Південний Степ), вихід зеленої маси сорго цукрового сорту Силосне 42 зростав на 2,9 т/га за одновидової сівби і на 3,8 т/га – за сумісної, сухої речовини – на 0,56 і 0,74 т/га, вміст загальних цукрів – на 0,76 і 0,99 % відповідно порівняно з нормою висіву 10–12 кг/га. Максимальний вихід біоетанолу (2,58 т/га), твердого біопалива (14,06 т/га), енергії (288,8 ГДж/га) отримано у гібрида Медовий за сумісної сівби і норми висіву насіння сорго 12–15 кг/га.

14. У зоні Східного Лісостепу за сумісної сівби вихід зеленої маси сорго цукрового в середньому збільшується на 7,45 т/га, сухої маси – на 1,44 т/га, вміст загальних цукрів – на 1,94 % порівняно з одновидовою сівбою. Як за одновидової, так і за сумісної сівби збільшення норми висіву насіння сорго з 6–8 до 8–10 кг/га сприяло зменшенню (відмічено тенденцію) висоти рослин, кількості стебел, листків та суцвіть і збільшення довжини волоті. Незалежно від сортових особливостей і норми висіву густота стояння рослин сорго перед збиранням була на 30,5–42,6 тис./га, врожайність зеленої маси – на 9,9–5,0 т/га, сухої маси – на 1,91–0,97 т/га, вміст загальних цукрів – на 2,58–1,31 % були більшими за сумісної сівби порівняно з одновидовою. В середньому за роки досліджень найвищу продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового та енергетичні показники отримано в гібрида Медовий порівняно з гібридом Довіста.

15. Впровадження рекомендованих елементів технології вирощування сорго цукрового в господарствах АР Крим, Кіровоградської та Сумської областей підтвердило їх високу економічну та енергетичну ефективність. Річний економічний ефект від впровадження сортів Фаворит, Нектарний, Силосне 42, гібридів Медовий та Довіста становив 71,2–99,8, 26,6–49,9 і 27,7–53,2 тис. грн та 38,8–66,6 і 32,3–58,8 тис. грн відповідно, *Kee* становив 9,74–9,75.

16. Високу економічну ефективність отримано за сумісної сівби сорго цукрового з маточними буряками: в зоні Південного Степу річний економічний ефект склав 10,1–11,6 тис. грн, в зоні Східного Лісостепу – 11,9–13,0 тис. грн. За вирощування сорго цукрового в сумісних посівах у зоні Південного Степу за норми висіву насіння 12–15 кг/га (контроль – норма висіву 10–12 кг/га) річний економічний ефект становив 2,1 тис. грн; у зоні Східного Лісостепу за норми висіву насіння 8–10 кг/га (контроль – 6–8 кг/га) – 5,1 тис. грн, а за сівби за сівби сорго цукрового в третій декаді травня (контроль – друга декада травня) – 2,1 тис. грн.

17. Біоенергетичні показники також свідчать про високу ефективність рекомендованих прийомів. За вирощування сорту Фаворит у зоні Степу енергетичний еквівалент продукції становив 399,44–339,92 МДж/га, *Kee* – 9,74 і 13,40, що відповідно на 16,2 і 28,8 % вище порівняно з сортом Цукрове 15 (*Kee* – 8,38 і 10,40). У Східному Лісостепу за сумісної сівби сорго з маточними

буряками енергетичний еквівалент становив 384,56–517,96 ГДж/га,  $K_{ee}$  – 10,27–11,34, за одновидової сівби – 304,44–360,53 ГДж/га і 10,01–9,70 відповідно.

18. Високу економічну і енергетичну ефективність отримано за сівби сорго цукрового стимульованим насінням: за норми висіву насіння 8–10 кг/га енергетичний еквівалент становив 490,96 ГДж/га,  $K_{ee}$  – 9,88, що на 22,7 % перевищує аналогічний показник за сівби нестимульованим насінням з нормою 6–8 кг/га.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Агроформуванням Східного Лісостепу для отримання врожайності зеленої маси сорго цукрового на рівні 67,1–84,0 т/га з вмістом загальних цукрів 16,7–17,1 % і виходом загальної енергії 460–518 ГДж/га та у посушливих умовах Північного і Південного Степу з метою отримання 70,0–74,7 т/га зеленої маси, 15,8–18,8 т/га – сухої, з вмістом загальних цукрів 16,4–17,8 % і виходом загальної енергії – 390–416 ГДж/га рекомендується:

I. За вирощування сорго цукрового в одновидових посівах:

- висівати сорти сорго цукрового Фаворит, Нектарний, Силосне 42 та гібриди Медовий і Довіста, які є генотипами інтенсивного типу;
- сівбу культури здійснювати в зоні Степу в третій декаді травня з нормою висіву насіння 12–15 кг/га, в зоні Східного Лісостепу – в другій декаді травня з нормою висіву 8–10 кг/га;

II. За вирощування в сумісних посівах з маточними буряками:

- сумісну сівбу сорго цукрового з маточними буряками здійснювати в зоні Степу в третій декаді травня з нормою висіву насіння 12–15 кг/га, в зоні Східного Лісостепу – в другій декаді травня з нормою висіву 8–10 кг/га;
- для сівби використовувати насіння сорго цукрового, оброблене у розчині солей мікроелементів і мікродобрив (заводським способом).

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті в наукових фахових виданнях України

1. Балан В. М. Вирощування цукрового сорго як біоенергетичної культури / В. М. Балан, Л. І. Сторожик // Цукрові буряки. – 2010. – № 5. – С. 14–16. (*Проведення досліджень, узагальнення та аналіз результатів, підготовка статті*).
2. Сторожик Л. І. Потенціал цукрового сорго в Україні як біоенергетичної культури / Л. І. Сторожик // Агробіологія : зб. наук. пр. – Біла Церква : БНАУ, 2010. – Вип. 4. – С. 28–30.
3. Особливості вирощування насіння кормових буряків безвисадковим способом / В. М. Балан, І. С. Оголенко, Л. І. Сторожик, А. І. Гарбуз, В. А. Хаджиматов // Цукрові буряки. – 2011. – № 1. – С. 14–16. (*Проведення експериментальних досліджень, узагальнення та аналіз результатів, підготовка статті*).
4. Сторожик Л. І. Перспективи вирощування сорго цукрового, як альтернативного джерела енергії / Л. І. Сторожик // Цукрові буряки. – 2011. – № 2. – С. 20–21.

5. Рудник-Іващенко О. І. Стан і перспективи соргових культур в Україні / О. І. Рудник-Іващенко, Л. І. Сторожик // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області : наук.-виробн. зб. – Х. : Магда Ltd., 2011. – Вип. 10. – С. 198–206. (*Узагальнення та аналіз результатів, підготовка та написання статті*).

6. Рудник-Іващенко О. І. Біоенергетична цінність соргових культур / О. І. Рудник-Іващенко, Л. І. Сторожик // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 5. – С. 46–48. (*Проведення досліджень, узагальнення та аналіз результатів, підготовка статті*).

7. Балан В. М. Спосіб вирощування сорго цукрового як біоенергетичної культури в сумісних посівах з насінниками цукрових буряків / В. М. Балан, Л. І. Сторожик // Наукові праці Інституту цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ЗАТ «Віпол», 2011. – Вип. 12. – С. 107–114. (*Проведення експериментальних досліджень, узагальнення та аналіз результатів, підготовка статті*)

8. Сторожик Л. І. Моніторинг агрофітоценозів соргового поля / Л. І. Сторожик, І. О. Сергєєва // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2012. – Вип. 14. – С. 345–348. (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті*).

9. Сторожик Л. І. Урожайність та якість насіння сорго цукрового залежно від строків сівби і сортових особливостей / Л. І. Сторожик // Агробіологія : зб. наук. пр. – Біла Церква : БНАУ, 2012. – Вип. 7. – С. 61–64.

10. Сторожик Л. І. Особливості формування кореневої системи сорго цукрового / Л. І. Сторожик // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2012. – Вип. 15. – С. 163–166.

11. Рудник-Іващенко О. І. Господарсько-цінні властивості сортів сорго різного використання / О. І. Рудник-Іващенко, Л. І. Сторожик // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Умань : УНУС, 2012. – Вип. 81, Ч. 1 : Агрономія. – С. 175–181. (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті*).

12. Storozhyk L. I. The features of water consumption of sugar sorghum in Eastern Forest-Steppe in Ukraine / L. I. Storozhyk // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2013. – Вип. 17, Т. 1. – С. 303–306.

13. Storozhyk L. Influence of density of standing of plants of sweet sorghum on yield formation and accounting accumulation of water-soluble sugar // L. Storozhyk, I. Sergeyeva // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2013. – Вип. 18. – С. 80–83. (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті*).

14. Сторожик Л. І. Вміст хлоропластів у листках рослин сорго цукрового та їх роль в процесі фотосинтезу / Л. І. Сторожик // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2013. – Вип. 19. – С. 114–118.

15. Voytovska V. Introduction of base line and receiving sterile culture of sugar sorghum (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) // V. Voytovska, L. Storozhyk,

T. Nedyak // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2013. – № 3. – С. 50–52. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка статті).

16. Storozhyk L. Different quality of seeds of the sweet sorghum by the sizes and properties / L. Storozhyk // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. – Вип. 21. – С. 112–114.

17. Сторожик Л. І. До питання методики вирощування сорго цукрового для виробництва рідкого біопалива в сумісних посівах з іншими культурами // Л. І. Сторожик // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. – Вип. 22. – С. 48–50.

18. Storozhyk L. I. Sweet sorghum root system and features of its formation / L. I. Storozhyk // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. пр. – К. : ФОП Корзун Д. Ю., 2015. – Вип. 23. – С. 60–64.

19. Сторожик Л. І. Продуктивність сорго цукрового як джерела виробництва біопалива в сумісних посівах з іншими культурами // Л. І. Сторожик, М. Д. Будовський // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агронія і біологія. – 2015. – Вип. 9. – С. 206–210. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

#### **Статті в зарубіжних виданнях**

20. Сторожик Л. И. Опыт совместного выращивания сахарного сорго и маточной сахарной свеклой // Л. И. Сторожик, Н. Д. Будовский // Сахарная свекла. – 2013. – № 10. – С. 42–44. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

21. Сторожик Л. И. Продуктивность сорго сахарного как источника по производству жидкого биотоплива в совместных посевах с другими культурами / Л. И. Сторожик // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2014. – № 3. – С. 79–84.

22. Сторожик Л. И. Ингибирование фенольных соединений сорго сахарного *in vitro* [Електронний ресурс] / Л. И. Сторожик В. И. Войтовская, Т. Н. Недяк // Электронный периодический научный журнал «SCI-ARTICLE.RU». – 2015. – № 1. – С. 79–82. – Режим доступа : [http://sci-article.ru/number/04\\_2015.pdf](http://sci-article.ru/number/04_2015.pdf). (Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

23. Сторожик Л. И. Вегетативное размножение сорго сахарного / Л. И. Сторожик, В. И. Войтовская, Т. Н. Недяк // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 3. – С. 18–22. (Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

24. Сторожик Л. И. Стимуляция семян сорго сахарного / Л. И. Сторожик // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2015. – № 4. – С. 83–87.

25. Сторожик Л. И. Влияние аллелопатически активных веществ, полученных из различных органов сорго на сахарную свеклу [Електронний ресурс] / Л. И. Сторожик, В. И. Войтовская, Т. Н. Недяк // Электронный

периодический научный журнал «SCI-ARTICLE.RU». – 2016. – № 30. – С. 180–190. – Режим доступу: [http://sci-article.ru/number/04\\_2016.pdf](http://sci-article.ru/number/04_2016.pdf). *(Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).*

### Патенти

26. Патент на корисну модель № 55786, Україна. Спосіб вирощування сорго цукрового як енергетичної культури / Сторожик Л. І., Балан В. М., Петриченко С. М., Мандровська С. М. (ІБКіЦБ НААН, Україна). – Заяв. № U 2010 07123 від 09.06.2010; Опубліковано 17.12.2010, Бюл. «Промислова власність». – № 24. *(Досліджено, проаналізовано, описано).*

27. Патент на корисну модель № 75542, Україна. Спосіб прогнозування польової схожості насіння сільськогосподарських культур / Балан В. М., Сторожик Л. І., Мандровська С. М., Щегловський М. М. (ІБКіЦБ НААН, Україна). – Заяв. № U 2012 04501 від 10.04.2012; Опубліковано 10.12.2012, Бюл. «Промислова власність». – № 23. *(Досліджено, проаналізовано, описано).*

28. Патент на корисну модель № 76600, Україна. Спосіб клонального мікророзмноження сорго цукрового / Войтовська В. І., Курило В. Л., Сторожик Л. І., Бех Н. С., Недяк Т. М. (ІБКіЦБ НААН, Україна). – Заяв. № U 2012 07524 від 20.06.2012; Опубліковано 10.01.2013, Бюл. «Промислова власність». – № 1. *(Досліджено, проаналізовано, описано).*

29. Патент на корисну модель № 84682, Україна. Спосіб адаптації рослин сорго цукрового / Войтовська В. І., Курило В. Л., Сторожик Л. І., Бех Н. С., Недяк Т. М. (ІБКіЦБ НААН, Україна). – Заяв. № U 2012 07524 від 20.06.2012; Опубліковано 10.01.2013, Бюл. «Промислова власність». – № 1. *(Досліджено, проаналізовано, описано).*

30. Патент на корисну модель № 89431, Україна. Спосіб визначення стійкості рослин до алелопатино-активних речовин / Войтовська В. І., Сторожик Л. І., Недяк Т. М. (ІБКіЦБ НААН, Україна). – Заяв. № U 2013 10924 від 12.09.2013; Опубліковано 25.04.2014, Бюл. «Промислова власність». – № 8. *(Досліджено, проаналізовано, описано).*

31. Патент на корисну модель № 99121, Україна. Спосіб стимуляції насіння сорго цукрового / Балан В. М., Сінченко В. М., Сторожик Л. І., Войтовська В. І., Герасименко Л. А. (ІБКіЦБ НААН, Україна). – Заяв. № U 2014 10221 від 18.09.2014; Опубліковано 25.05.2015, Бюл. «Промислова власність». – № 10. *(Досліджено, проаналізовано, описано).*

### Тези доповідей та матеріали наукових конференцій

32. Сторожик Л. І. Сорго цукрове як біоенергетична культура в сумісних посівах з насінниками буряків цукрових / Л. І. Сторожик // Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та докторантів (19–20 травня 2011 р., м. Біла Церква). – Біла Церква: БНАУ, 2011. – С. 18–20.

33. Сторожик Л. І. Різноманітність насіння сорго цукрового за розмірами та властивостями / Л. І. Сторожик // Стан та перспективи формування сортових рослинних ресурсів в Україні: матер. Першої Міжнар. наук.-практ. конф.,



присвяченій 10-й річниці від Дня утворення Українського інституту експертизи сортів (11–13 липня 2012 р., м. Київ). – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори–2006», 2012. – С. 163.

34. Сторожик Л. І. Моніторинг агрофітоценозів сорго цукрового в Степу України / Л. І. Сторожик // Іноваційно-інвестиційний розвиток рослинницької галузі – стан і перспективи : тези 5-ої Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених (4–6 липня 2012 р., м. Харків). – Х. : ІР ім. В. Я. Юр'єва. – С. 135.

35. Балан В. М. Вплив густоти стояння рослин сорго цукрового на формування врожаю та розрахункове накопичення водорозчинного цукру / В. М. Балан, Л. І. Сторожик // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах : тези доповідей Всеукр. наук. конф. (24–25 жовтня 2013 р., м. Умань). – Умань : ВПЦ «Візаві», 2013. – С. 45. *(Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання тез).*

36. Войтовская В. И. Оптимизация условий депонирования сорго сахарного в культуре *in vitro* / В. И. Войтовская, Л. И. Сторожик, Т. Н. Недяк // Научное обеспечение картофелеводства, овощеводства и бахчеводства: достижения и перспективы : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, проф., чл.-кор. Казахской и Российской Академий с.-х. наук, заслуженного работника сельского хозяйства Республики Казахстан, ученого-картофелевода Л. Б. Боброва (11–12 декабря 2013 г., КазНИИКО, с. Кайнар). – Алматы : [б. и.], 2013. – С. 170–173. *(Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).*

37. Сторожик Л. І. Сорго цукрове як біоенергетична культура у сумісних посівах з маточниками буряків цукрових / Л. І. Сторожик // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем АПК : матер. наук.-практ. конф. молодих вчених (25 червня 2015 р., м. Житомир). – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2015. – С. 35–36.

### Методичні рекомендації

38. Технологія вирощування насіння цукрових буряків безвисадковим способом за сівби під покрив сільськогосподарських культур : методичні рекомендації / В. М. Балан, В. А. Доронін, М. В. Бусол, М. В. Мельник, Л. І. Сторожик, Ю. М. Моргунов, Г. Д. Гапоненко, І. М. Зорін. – К. : Науковий світ, 2009. – 15 с. *(Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).*

39. Технологія вирощування насіння цукрових буряків пересадним методом : методичні рекомендації / В. М. Балан, В. А. Доронін, С. Д. Орлов, І. С. Оголенко, Л. І. Сторожик, А. І. Гарбуз, В. І. Хаджиматов, Г. Д. Гапоненко, І. М. Зорін. – К. : Науковий світ, 2010. – 27 с. *(Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій).*

40. Технологія вирощування насіння кормових буряків безвисадковим способом : методичні рекомендації / В. М. Балан, В. А. Доронін, С. Д. Орлов, І. С. Оголенко, Л. І. Сторожик, А. І. Гарбуз, В. І. Хаджиматов, Г. Д. Гапоненко,

І. М. Зорін. – К. : Науковий світ, 2010. – 30 с. (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій*).

41. Організаційно-економічні нормативи витрат та інформаційно-статистичні матеріали з виробництва рослинницької продукції за біоадаптивними технологіями: методичні рекомендації / М. В. Роїк, В. М. Сінченко, В. І. Пиркін, О. В. Балагура, В. С. Бондар, А. В. Фурса, В. І. Гореленко, Я. П. Цвей, П. Г. Борисюк, Я. П. Макух, В. В. Іваніна, В. Т. Саблук, В. Й. Стефанюк, С. Д. Орлов, В. М. Балан, О. Г. Кулік, М. Я. Гументик, О. М. Грищенко, С. М. Тимошенко, М. В. Бузинний, Г. Д. Гапоненко, Л. І. Сторожик, О. В. Широкоступ, Л. Н. Гізбулліна, В. П. Москаленко, С. М. Мандровська, Н. О. Кононюк, О. П. Кирковська, А. В. Шамсутдінова, В. Р. Аскарів, В. С. Власенко, О. П. Кирковська. – К. : Нілан-ЛТД, 2014. – 194 с. (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів*).

42. Технологія вирощування сорго цукрового для виробництва біопалива за сумісної сівби з іншими культурами у східному Лісостепу України: методичні рекомендації / В. М. Балан, М. Д. Будовський, Л. І. Сторожик, О. І. Присяжнюк. – Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2015. – 22 с. (*Проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання рекомендацій*).

## АНОТАЦІЯ

**Сторожик Л. І. Агробіологічні основи формування агрофітоценозів сорго цукрового як біоенергетичної культури в Степу та Лісостепу України.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво. Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», Київ, 2016.

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми, що виявляється у встановленні закономірностей формування агрофітоценозів сорго цукрового як біоенергетичної культури та розробці елементів технології його вирощування в Степу і Лісостепу України шляхом виявлення особливостей росту, розвитку та формування продуктивності рослин за рахунок добору оптимального сортового сортименту культури, встановлення способів і строків сівби, норм висіву і способів стимуляції насіння залежно від екологічних умов регіонів вирощування.

Встановлено, що продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового є функцією взаємодії погодних, сортових та агротехнологічних чинників.

Теоретичною основою формування сумісних посівів сорго цукрового з маточними буряками є взаємний вплив на ріст і розвиток і продуктивність цих двох культур внаслідок алелопатичної взаємодії рослин.

В умовах *in vitro* встановлено, що у вегетативних і генеративних органах сорго цукрового міститься значна кількість фізіологічно активних речовин, які здатні впливати на рослини буряків. Виявлено, що посівні якості та врожайні властивості насіння сорго цукрового залежать від розміру його фракцій та способів стимуляції. Визначено оптимальні параметри елементів структури врожаю сорго цукрового та їх взаємозв'язок, що дає змогу управляти

продуційним процесом культури. Продуктивність агрофітоценозів сорго цукрового за сумісної сівби з маточними буряками була вищою, ніж за одновидової. В середньому за роки досліджень в умовах Південного Степу врожайність зеленої маси сорго на 4,21 т/га, сухої – на 0,24 т/га, вміст загальних цукрів – на 0,53 %, а в умовах Східного Лісостепу – на 7,0 т/га, 1,97 т/га і 0,27 % відповідно були вищими в сумісних посівах порівняно з одновидовою сівбою.

Адаптованими до умов Північного і Південного Степу є сорти Фаворит, Нектарний, Силосне 42, гібриди Медовий, Довіста: врожайність зеленої маси в них була в межах 70,0–74,7 т/га, сухої – 15,8–18,8 т/га, вміст загальних цукрів – 16,4–17,88 %, вихід загальної енергії – 389,8–416,0 ГДж/га; у Східному Лісостепу врожайність зеленої маси сорго цукрового становила 67,1–89,0 т/га, вмісту загальних цукрів – 16,2–18,1 %, вихід загальної енергії 460,3–518,1 ГДж/га.

**Ключові слова:** сорго цукрове, біоенергетична культура, маточні буряки, погодні умови, сорти і гібриди, способи і строки сівби, норми висіву насіння, алелопатична активність, теоретичні основи, економічна та енергетична ефективність.

## АННОТАЦІЯ

**Сторожик Л. И. Агробиологические основы формирования агрофитоценозов сорго сахарного как биоэнергетической культуры в Степи и Лесостепи Украины.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 – растениеводство. Национальный научный центр «Институт земледелия НААН», Киев, 2016.

В диссертации приведено теоретическое обобщение и новое решение научной проблемы, которая выражается в установлении закономерностей формирования агрофитоценозов сорго сахарного как биоэнергетической культуры и разработке элементов технологии его выращивания в Степи и Лесостепи Украины путем выявления особенностей роста, развития и формирования продуктивности растений за счет выбора оптимального сортового сортимента культуры, установления способов и сроков сева, норм высева и способов стимуляции семян в зависимости от экологических условий регионов выращивания.

Установлено, что продуктивность агрофитоценозов сорго сахарного является функцией взаимодействия погодных, сортовых и агротехнологических факторов.

Теоретической основой формирования совместных посевов сорго сахарного с маточной свеклой является взаимное влияние на рост, развитие и продуктивность этих двух культур вследствие аллелопатического взаимодействия растений.

Степень развития и продуктивность растений сорго сахарного зависят как от сроков и способов сева, так и сортовых особенностей и погодных условий вегетационного периода. В исследуемых гибридах Медовый и Довіста высота

растений, количество стеблей и листьев, длина метелки и количество соцветий увеличивались с каждым последующим сроком сева, однако у гибрида Довиста указанные показатели были несколько ниже. В совместных посевах сорго и маточной свеклы отмечено тенденцию к уменьшению линейных размеров растений по сравнению с одновидовым посевом культуры. При этом, урожайность зеленой массы сорго сахарного у обоих гибридов была на 6,6-16,3% выше в совместных посевах со свеклой сахарной по сравнению с одновидовыми посевами культуры. В условиях *in vitro* установлено, что в вегетативных и генеративных органах сорго сахарного содержится значительное количество физиологически активных веществ, которые способны влиять на растения маточной свеклы. Выявлено, что посевные качества и урожайные свойства семян сорго сахарного зависят от размера их фракции и способов стимуляции. Определены оптимальные параметры элементов структуры урожая сорго сахарного и их взаимосвязь, что позволяет управлять их продукционным процессом.

Продуктивность агрофитоценозов сорго сахарного совместно с маточной свеклой была выше, чем одновидовых посевах. В среднем за годы исследований в условиях Южной Степи урожайность зеленой массы сорго на 4,21 т/га, сухой – на 0,24 т/га, содержание сахаров – на 0,53 %, а в условиях Восточной Лесостепи – на 7,0 т/га, 1,97 т/га и 0,27 % соответственно были выше в совместных посевах по сравнению с одновидовыми. Установлено, что адаптированными к условиям Северного и Южного Степи были сорта Фаворит, Нектарный, Силовое 42, гибриды Медовый, Довиста: урожайность зеленой массы у них была в пределах 70,0–74,7 т/га, сухой – 15,8–18,8 т/га, содержание сахаров – 16,4–17,8 %, расчетный выход биоэтанола – 2,89–3,07 т/га, твердого биотоплива – 19,9–21,2 т/га, энергии – 389,8–416,0 ГДж/га.

**Ключевые слова:** сорго сахарное, биоэнергетическая культура, маточная свекла, сорта и гибриды, способы и сроки сева, нормы высева семян, погодные условия, аллелопатическая активность, теоретические основы, экономическая и энергетическая эффективность.

## SUMMARY

**Storozhyk L. I. Agrobiological background for the development of agrophytocenoses of bioenergy crop sugar sorghum in the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine.** – As a manuscript.

The thesis for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Specialty 06.01.09 – Plant Growing. «National Scientific Centre «Institute of Agriculture NAAS of Ukraine», Kyiv, 2016.

The thesis presents theoretical generalization and new solution of scientific problem, that is establishing the patterns of bioenergy crop sugar sorghum agrophytocenoses development and developing the growing technology for the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine through identifying features of growth, development and productivity of plants as affected by weather conditions, varietal (hybrid) composition, methods and timing of seeding, seeding rate and seed stimulation.

It was found that the productivity of sugar sorghum agrophytocenoses is determined by the interaction of weather and both varietal and agronomic activities.

The theoretical background of the mixed cropping of sugar sorghum and sugar beet seed bearers constitutes of their mutual effect on each other growth, development, and productivity resulting from the allelopathic (chemical) interaction of plants. Each plant in agrocenosis simultaneously acts as a producer, a donor of physiologically active substances and their consumer, acceptor or recipient. Vegetative and generative organs of sugar sorghum *in vitro* proved to contain a sufficient amount of physiologically active substances that can affect sugar beet seed bearers. Seeding qualities of sugar sorghum and yield found to be affected by the seed size fraction and method of seed stimulation. The optimal parameters of the sugar sorghum yield structure and their relationship are found allowing management of production process. Productivity of sugar sorghum and sugar beet seed bearer mixed crops was higher than monocrop. On the average over the years of research under the conditions of the Southern Steppe, the yield of sorghum green mass was higher by 4.21 t/ha, dry mass by 0.24 t/ha, total sugar content by 0.53%, and under the conditions of the Eastern Forest-Steppe by 7 t/ha, 1.97 t/ha and 0.27 %, respectively as compared with monocrop.

Adapted for the Northern and Southern Steppe are the varieties of Favoryt, Nektarnyi, Sylosne 42, hybrids Medovyi, Dovista that provided yield of green mass ranging from 70.0 to 74.7 t/ha, yield of dry mass from 15.8 to 18.8 t/ha, total sugar content from 16.4 to 17.8 %, total energy yield from 389.8 to 416.0 GJ/ha. In the eastern Forest-Steppe the yield of sugar sorghum green mass ranged from 67.1 to 89.0 t/ha, total sugars from 16.2 to 18.1 %, total energy yield from 460.3 to 518.1 GJ/ha

**Keywords:** sugar sorghum, energy crop, sugar beet seed bearers, weather conditions, varieties and hybrids, methods and timing of sowing, seeding rate, allelopathic activity, theoretical background, economic and energy efficiency.