

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**ЛИХОВИД ПАВЛО ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК 631.5: 631.8: 635.67

**ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД  
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, УДОБРЕННЯ, ЗАГУЩЕННЯ РОСЛИН ПРИ  
КРАПЛИННОМУ ЗРОШЕННІ**

06.01.02 — сільськогосподарські меліорації

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Херсон — 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державному вищому навчальному закладі «Херсонський державний аграрний університет».

**Науковий керівник:** доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

**Ушкаренко Віктор Олександрович,**

Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет», завідувач кафедри землеробства.

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

**Малярчук Микола Петрович,**

Інститут зрошуваного землеробства НААН, головний науковий співробітник відділу зрошуваного землеробства;

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

**Вожегов Сергій Гервасьович,**

Інститут рису НААН, старший науковий співробітник відділу технології.

Захист відбудеться «20» жовтня 2017 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 67.830.01 у Державному вищому навчальному закладі «Херсонський державний аграрний університет» (73006, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23), аудиторія 104.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» (73006, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23), головний корпус.

Автореферат розіслано «15» вересня 2017 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,  
кандидат сільськогосподарських наук, доцент \_\_\_\_\_

А. В. Шепель

## **ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Обґрунтування вибору теми досліджень.** В останні десятиліття у біосфері Землі відбуваються значні зміни, загальною тенденцією яких, на думку вченої спільноти, є глобальне потепління. Процеси планетарного масштабу не можуть не чинити впливу на останні в системах нижчого порядку: континентальних, регіональних, локальних. Глобальна зміна кліматичних умов, в свою чергу, приводить до зміни клімату окремих районів планети, що, безумовно, має велике значення для аграрної науки. В першу чергу, зазнає змін видовий і сортовий склад вирощуваних культур, нові види та сорти рослин вимагають агротехнологій, які здатні забезпечити ефективно, стабільне виробництво продукції рослинництва в нових умовах. Крім того, не стоїть на місці науково-технічний прогрес, який вимагає від аграріїв постійного вдосконалення наявних технологій вирощування культур.

Кукурудза цукрова — перспективна овочева культура, яка має високу економічну ефективність. Основні її переваги: висока харчова цінність; придатність до використання у свіжому, замороженому, консервованому виді; вегетативна маса рослин – якісний зелений корм і цінний компонент силосу; висока рентабельність виробництва; високий попит не тільки на внутрішньому, але і на зовнішньому ринку; перспектива імпортозаміщення. Тому кукурудза цукрова, як культура, що здатна формувати високі та якісні врожаї на меліорованих землях ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України, заслуговує на ретельну увагу.

Для досягнення максимальної ефективності виробництва кукурудзи цукрової на Україні, розширення площ вирощування і підвищення валових зборів врожаю високої якості необхідна розробка сучасної науково обґрунтованої технології її вирощування, оскільки напрацювання і рекомендації, які залишились у спадщину від радянських часів, втратили свою актуальність, не відповідають кліматичним і агровиробничим умовам сьогодення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Експериментальні дослідження дисертаційної роботи є складовою частиною тематичного плану НДР Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» й виконувалися за темою «Удосконалення, розробка та впровадження ресурсощадних і екологічно-безпечних адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах півдня України» (державна реєстрація №0114U002499), де автор був безпосереднім виконавцем досліджень.

**Мета й завдання досліджень.** Метою дисертаційної роботи є удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи цукрової при краплинному зрошенні в умовах Сухого Степу України.

До завдань досліджень входило:

- визначити вплив технологічних прийомів вирощування кукурудзи цукрової на водно-фізичні властивості, біологічну активність та меліоративний стан ґрунту при краплинному зрошенні;
- вивчити динаміку росту й розвитку рослин кукурудзи цукрової, особливості формування асиміляційного апарату культури залежно від досліджуваних факторів;
- визначити вплив агротехніки на структуру врожаю, урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової, а також її силосної маси, показники якості зерна

культури;

➤ вивчити особливості використання води посівами культури залежно від досліджуваних факторів;

➤ вивчити умовне споживання азоту та фосфору рослинами кукурудзи цукрової, ефективність використання мінеральних добрив культурою залежно від агротехніки;

➤ розрахувати економічну та енергетичну ефективність вирощування кукурудзи цукрової при краплинному зрошенні;

➤ побудувати математичні моделі отримання програмованого врожаю кукурудзи цукрової при зрошенні в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України, її сумарного водоспоживання із застосуванням традиційних та сучасних методів математичного моделювання природних процесів.

*Об'єкт досліджень:* процеси росту і розвитку рослин, формування врожайності та якості зерна кукурудзи цукрової залежно від глибини основного обробітку ґрунту, доз внесення мінеральних добрив та загушення рослин.

*Предмет досліджень:* рослини кукурудзи цукрової сорту Брусниця; темно-каштановий ґрунт; елементи технології вирощування: глибина основного обробітку ґрунту, норма внесення мінеральних добрив, густина стояння рослин; економічні та біоенергетичні параметри вирощування культури.

**Методи досліджень.** У процесі досліджень були використані наступні методи: історичний — для ретроспективного узагальнення наукових досягнень вітчизняних та іноземних вчених щодо вивчення технології вирощування кукурудзи цукрової; польовий короткотривалий багатофакторний дослід — для проведення біометричних вимірів, обліків і спостережень за ростом і розвитком рослин та встановлення врожаю культури, дослідження біологічної активності ґрунту; лабораторний — для аналізу структури та якості врожаю кукурудзи цукрової, аналізу відібраних зразків ґрунту з метою вивчення його властивостей; розрахунковий — для оцінки економічної та енергетичної ефективності вирощування культури за різних агротехнічних комплексів; статистичний – для проведення дисперсійного аналізу дослідних даних та статистичної обробки одержаних результатів; програмування — для побудови математичних моделей врожайності та сумарного водоспоживання.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у науковому обґрунтуванні та впровадженні ефективного агротехнічного комплексу (глибина основного обробітку ґрунту, доза внесення мінеральних добрив, загушення рослин) вирощування кукурудзи цукрової в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України за краплинного зрошення, що забезпечує високу економічну та енергетичну ефективність, і представлена сукупністю науково-прикладних положень, що виносяться на захист, а саме:

*вперше:*

- досліджено водно-фізичні властивості та меліоративний стан темно-каштанового ґрунту на посівах кукурудзи цукрової за різної глибини його основного обробітку в умовах краплинного зрошення водою II класу якості;

- вивчено біологічну активність ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від агротехнічних факторів;

- досліджено вплив агротехнологічних факторів на ростові процеси та

формування врожаю кукурудзи цукрової при краплинному зрошенні в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України;

- проведено оцінку якості отриманого врожаю кукурудзи цукрової залежно від технологічних прийомів її вирощування;

- вивчено сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової за краплинного зрошення та побудовано його математичну модель;

- вивчено умовне споживання азоту та фосфору рослинами кукурудзи цукрової залежно від агротехнічних прийомів вирощування культури;

- розраховано економічну та енергетичну ефективність вирощування кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних факторів.

*удосконалено:*

- елементи технології вирощування кукурудзи цукрової на меліорованих землях в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України за краплинного зрошення;

*набули подальшого розвитку:*

- основні елементи агротехнологічного комплексу вирощування кукурудзи цукрової при краплинному зрошенні в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України;

- моніторинг агроеліоративного стану зрошуваних земель Інгулецького масиву при краплинному зрошенні;

- підходи щодо використання методів математичного моделювання у програмуванні врожаю кукурудзи цукрової.

**Практичне значення одержаних результатів.** Застосування на виробництві рекомендованого агротехнічного комплексу вирощування кукурудзи цукрової дозволить збільшити об'єми виробництва високоякісної продукції для прямого споживання та переробної промисловості за стрімкого росту його економічної та енергетичної ефективності.

Результати досліджень були впроваджені у фермерському господарстві «Рімма» Горностаївського району Херсонської області у 2016 р. на площі 2,0 га; фермерському господарстві «СМАРАГД ПЛЮС» Великоолександрівського району Херсонської області у 2016 р. на площі 1,0 га; фермерському господарстві «Зоря» Білозерського району Херсонської області у 2016 р. на площі 0,8 га; в установах Південного наукового центру НАН і МОН України, тощо.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є результатом особистого наукового дослідження. Автором, сумісно з науковим керівником, розроблено схему дослідів і програму науково-дослідної роботи. Дисертант зробив аналітичний огляд вітчизняної та зарубіжної літератури. Самостійно заклав і провів польові досліді, необхідні спостереження і аналізи, обробив отримані в дослідженнях результати, провів узагальнення експериментального матеріалу, визначив економічну та енергетичну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування, побудував математичні моделі отримання програмованого врожаю та сумарного водоспоживання культури. Основні положення дисертації, висновки і пропозиції є науково обґрунтованими і розроблені безпосередньо автором.

**Апробація матеріалів дисертації.** Основні та проміжні результати досліджень доповідалися, обговорювалися й отримали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях, зокрема: щорічних наукових конференціях викладачів і аспірантів

агрономічного факультету ХДАУ (м. Херсон, 2014-2017 рр., очна участь); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва» (м. Тернопіль, 20-21 жовтня 2015 р., заочна участь); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Anthropogenic evaluation of modern soils and food production under changing of soil and climatic conditions» (Orel State Agrarian University, All-Russian Institute of Phytopathology, Gorsky State Agrarian University, Russia, October 29 — November 28, 2015, internet-conference); Міжнародній науково-практичній конференції «Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі» (м. Тернопіль, 19-20 травня 2016 р., заочна участь); Міжнародній конференції «Онтогенез — стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» (м. Херсон, 10-11 червня 2016 р., заочна участь); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва» (м. Тернопіль, 20-21 жовтня 2016 р., заочна участь); Всеукраїнській науково-практичній конференції до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН «Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі» (с. Олександрівка, Дніпропетровська область, 21 листопада 2016 р., заочна участь); Науково-практичній конференції «Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття» (м. Київ, Інститут водних проблем і меліорації НААН України, 8 грудня 2016 р., заочна участь).

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота включає наступні структурні елементи: титульний аркуш, анотацію українською та англійською мовами, зміст, перелік скорочень і умовних позначень, вступ, 6 розділів, висновки, рекомендації виробництву, список використаних джерел і додатки, має обсяг 255 сторінок комп'ютерного тексту, з яких 145 — основна частина. У роботі наведено 65 додатків, 11 рисунків, 45 таблиць. Список використаних джерел нараховує 263 найменування, з них 41 — латиницею.

## **ЗМІСТ РОБОТИ**

### **ВСТУП**

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційних досліджень, їх науково-практичну новизну та цінність, зв'язок із державними науковими програмами, відображено апробацію, обсяги впровадження результатів досліджень, кількість опублікованих праць за темою дисертаційної роботи, а також зазначено її структуру.

### **АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ДОСЛІДЖУВАНИХ ПИТАНЬ**

У розділі проаналізовано сучасний стан вивченості технології вирощування кукурудзи цукрової в Україні та за кордоном, висвітлено основні здобутки вітчизняних та іноземних науковців, виявлено прогалини в питаннях агротехнології культури при краплинному зрошенні.

## МІСЦЕ, УМОВИ, МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АГРОТЕХНІКА ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ У ДОСЛІДАХ

Польові дослідження з удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи цукрової проводилися впродовж 2014-2016 рр. на зрошуваних землях СК «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області. Базове господарство характеризується типовістю ґрунтово-кліматичних умов для ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України. Метеорологічні умови в роки проведення досліджень характеризувались строкатістю. Так, 2014 рік був посушливим, 2015 рік характеризувався чергуванням періодів надмірного зволоження та посухи, а метеорологічні показники 2016 року виявилися найбільш типовими та близькими до їх середньобогаторічних значень. Особливістю проведення польових дослідів було використання зрошувальної води Інгулецької системи, яка належала до II класу якості за агрономічними критеріями (ДСТУ 2730-94, ДСТУ 2730:2015), характеризувалася підвищеною мінералізацією (1418 мг/л), несприятливим натрієво-адсорбційним відношенням (4,53), високим вмістом токсичних іонів (10,63 мг-екв/л), а отже, потенційно сприяє розвитку процесів осолонцювання та вторинного засолення ґрунту, призводить до погіршення його водно-фізичних властивостей.

Польові та лабораторні дослідження проводили відповідно до стандартів методики дослідної справи в агрономії. Тематика досліджень передбачала вивчення таких факторів: фактор А — глибина основного обробітку ґрунту (полицева оранка на глибину 20-22 і 28-30 см); фактор В — фон живлення (Без добрив,  $N_{60}P_{60}$ ,  $N_{120}P_{120}$ ); фактор С — загушення рослин (35, 50, 65, 80 тис/га). Повторність дослідів чотирьохразова. Дослідна ділянка мала загальну площу 54, облікову — 30 м<sup>2</sup>. Розташування варіантів здійснювали методом рендомізованих розщеплених блоків. Польові дослідження супроводжувалися необхідними спостереженнями, вимірами та лабораторно-польовими аналізами рослинних і ґрунтових зразків.

Агротехніка вирощування кукурудзи цукрової базувалася на загальних рекомендаціях для зрошуваних умов Степу України. Після збирання попередника (пшениця озима на зерно) виконували лушення стерні на глибину 10-12 см. Під основний обробіток ґрунту сівалкою СЗ-3,6 вносили мінеральні добрива відповідно до схеми дослідів. Основний обробіток ґрунту виконували на глибину 20-22 і 28-30 см відповідно до схеми дослідів. У ранньовесняний період проводили боронування. До сівби проводили дві культивування на глибину 8-10 та 5-6 см. Під передпосівну культивування вносили гербіцид Харнес нормою 2,0 л/га. Сівба кукурудзи цукрової виконувалася сівалкою УПС-8 з міжряддям 70 см на глибину 5-6 см. Норму висівання насіння встановлювали відповідно до схеми дослідів, кінцеву густоту стояння рослин формували в фазу 3-5 листків культури. Догляд за посівами полягав у хімічному захисті від шкідників і контролі бур'янистої рослинності. Проводили обприскування посівів інсектицидом Карате Зеон нормою 0,2 л/га у фазу 3-5 листків культури, гербіцидом Майстер Пауер у фазу 7-8 листків нормою 1,25 л/га, інсектицидом Кораген нормою 0,1 л/га на початку викидання волоті. Передполивну вологість в активному шарі ґрунту (0-30 см до фази 7-8 листків та 0-50 см протягом решти періоду вегетації культури) підтримували на рівні 80% НВ шляхом проведення поливів через систему краплинного зрошення. В 2014 році

провели 10 поливів по 50 м<sup>3</sup>/га до фази 7-8 листків і 12 поливів по 100 м<sup>3</sup>/га до збирання врожаю культури, в 2015 році — 6 і 9, а в 2016 — 8 і 12 поливів, відповідно. Збирання та облік урожаю проводили на початку фази молочно-воскової стиглості зерна вручну шляхом зважування качанів з усієї облікової площі ділянки.

### АГРОМЕЛІОРАТИВНИЙ СТАН ҐРУНТУ, ЙОГО ВОДНО-ФІЗИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Було досліджено зміни агроеліоративного стану темно-каштанового ґрунту на посівах кукурудзи цукрової під впливом краплинного зрошення водою II класу якості залежно від глибини оранки. Меліоративний стан ґрунту визначали на варіантах досліді з фоном живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> та загущенням рослин культури 65 тис/га. Встановлено, що за використання для поливу води Інгулецької зрошувальної системи відбувалося накопичення солей у ґрунті. Інтенсивніше соленакопичення за нижчого вмісту солей на час сходів кукурудзи цукрової спостерігалось за оранки на глибину 20-22 см. Суттєве накопичення солей у ґрунті за оранки на 20-22 см до збирання врожаю кукурудзи цукрової відбувалося у верхньому шарі 0-30 см (+0,041%), у той час як за оранки на 28-30 см зростав вміст солей у шарі 30-50 см (+0,066%). В середньому, за оранки на 20-22 см в шарі 0-50 см інтенсивніше зростав загальний вміст солей (на 0,010%). За оранки на 28-30 см на час сходів культури спостерігався вищий вміст токсичних солей у шарах 0-30 і 30-50 см, ніж за оранки на 20-22 см (на 0,022 і 0,013%, відповідно). До збирання врожаю культури більше токсичних солей у шарі ґрунту 0-30 см накопичилося на варіантах із оранкою на 20-22 см, а в шарі 30-50 см — за оранки на 28-30 см. В середньому, за оранки на 20-22 см в шарі 0-50 см акумулювалося на 0,013% більше токсичних солей. Глибина оранки впливала на тип засолення ґрунту, інтенсивність його підлучення (табл. 1).

Таблиця 1

Агроеліоративний стан ґрунту на посівах кукурудзи цукрової  
Середнє за 2014-2016 рр.

Шар ґрунту, см	На період сходів культури				Після збирання врожаю культури			
	Загальний вміст солей, %	Вміст токсичних солей, %	Тип засолення ґрунту	Водневий показник рідкої фази ґрунту	Загальний вміст солей, %	Вміст токсичних солей, %	Тип засолення ґрунту	Водневий показник рідкої фази ґрунту
Глибина оранки 20-22 см								
0-30	0,120	0,083	ХС-КН	7,59	0,161	0,128	ХС-Н	7,84
30-50	0,127	0,099	ХС-КН	7,60	0,178	0,129	ХС-КН	8,02
<b>0-50</b>	<b>0,123</b>	<b>0,089</b>	<b>ХС-КН</b>	<b>7,59</b>	<b>0,168</b>	<b>0,128</b>	<b>ХС-КН</b>	<b>7,91</b>
Глибина оранки 28-30 см								
0-30	0,131	0,105	С-Н	7,65	0,145	0,112	ХС-Н	7,93
30-50	0,133	0,112	С-Н	7,68	0,199	0,167	С-Н	7,64
<b>0-50</b>	<b>0,132</b>	<b>0,108</b>	<b>С-Н</b>	<b>7,66</b>	<b>0,167</b>	<b>0,134</b>	<b>ХС-Н</b>	<b>7,81</b>

Примітка. Тип засолення ґрунту: ХС-КН — хлоридно-сульфатно-кальцієво-натрієвий; ХС-Н — хлоридно-сульфатно-натрієвий; С-Н — сульфатно-натрієвий.

Вивчення агрофізичних властивостей ґрунту за оранки на різну глибину виконували на варіантах досліді без внесення мінеральних добрив за густоти



стояння рослин кукурудзи цукрової 50 тис/га. Щільність складення ґрунту за обох варіантів глибини основного обробітку протягом вегетації культури знаходилася в межах оптимальної для кукурудзи цукрової (1,23-1,31 за оранки на глибину 20-22 см і 1,19-1,28 г/см<sup>3</sup> за оранки на 28-30 см), тому глибока оранка є недоцільною. У прямій залежності від щільності складення ґрунту знаходилася його шпаруватість, яка коливалася в межах 50,02-53,42% за оранки на глибину 20-22 см, і в межах 51,06-54,72% за оранки на глибину 28-30 см.

Вимірювання водопроникності ґрунту на посівах кукурудзи цукрової виконували на варіантах із внесенням мінеральних добрив дозою N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і загущенням рослин 65 тис/га. Кращі водні властивості ґрунту формувались за оранки на 28-30 см, що виражалось у вищій, в середньому, на 0,25-0,31 мм/хв. водопроникності, та більшій на 148-182 м<sup>3</sup>/га кількості поглинутої за першу годину визначення води.

Біологічна активність ґрунту визначається інтенсивністю розвитку та життєдіяльності різних видів ґрунтових мікроорганізмів. Її вивчення необхідне для встановлення екологічної ефективності та безпечності застосовуваної технології вирощування сільськогосподарської культури. Біологічна активність ґрунту у наших польових дослідах встановлювалася на варіантах із густотою стояння рослин кукурудзи цукрової 65 тис/га за інтенсивністю його дихання в фазу цвітіння волотей культури, а також за ступенем розкладу лляного полотна. Максимальною інтенсивністю дихання ґрунту була за оранки на 20-22 см на варіантах без внесення мінеральних добрив, і становила, в середньому, 250,0 мг СО<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год. Мінімальну інтенсивність дихання ґрунту (178,3 мг СО<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.) спостерігали на варіантах із оранкою на 28-30 см за внесення мінеральних добрив дозою N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>. Максимальний ступінь розкладу лляного полотна спостерігався на варіантах без внесення мінеральних добрив (57,8-58,3%). Глибина оранки суттєво не впливала на активність целюлозорозкладаючих бактерій.

## **ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ**

Важливою складовою науково-дослідної роботи в агрономії є вивчення та аналіз процесів росту і розвитку сільськогосподарських культур залежно від досліджуваних факторів.

Фенологічні спостереження за рослинами кукурудзи цукрової засвідчили істотний вплив досліджуваних елементів агротехнології на тривалість періоду «сівба — технічна стиглість» культури. Неоднорідні агровиробничі умови років досліджень зумовили різні терміни сівби кукурудзи цукрової: у 2014 році сівбу культури було здійснено 1 травня, у 2015 — 22 травня, у 2016 — 21 травня. Встановлено тенденцію подовження вегетації за глибокої оранки, збільшення дози внесення мінеральних добрив і загущення рослин. Найбільші флуктуації тривалості в часі спостерігалися за періодами «3-5 листків — викидання волоті» та «цвітіння волоті — початок молочно-воскової (технічної) стиглості зерна». Мінімальною тривалістю вегетації була на варіантах із оранкою на глибину 20-22 см на варіантах без внесення мінеральних добрив та загущенням рослин кукурудзи цукрової 35 тис/га — 72,4 доби. Найдовшим періодом від сівби до технологічної стиглості

характеризувалися посіви культури за оранки на 28-30 см, дози внесення мінеральних добрив  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 80 тис/га — 80,9 діб.

Вимірювання висоти рослин кукурудзи цукрової за основними фенофазами дало можливість оцінити динаміку росту рослин за різних технологічних умов вирощування, особливості ростових процесів і їх взаємозв'язок з агротехнікою. Максимальну висоту мали рослини кукурудзи цукрової за оранки на 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 80 тис/га, а саме: в фазу 3-5 листків — 30,1 см, в фазу викидання волоті — 156,2 см, на період технічної стиглості зерна — 196,9 см. Загущення посівів до 80 тис/га призвело до неприродного витягування рослин. Вплив глибини оранки на показники росту кукурудзи цукрової був мінімальним. Мінімальний середньодобовий приріст рослин культури в період «3-5 листків — початок молочно-воскової (технічної) стиглості зерна» був за оранки на 20-22 см на варіанті без внесення мінеральних добрив та загущення рослин 35 тис/га (2,33 см), а максимальний — за оранки на 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 80 тис/га (2,93 см).

Вимірювання площі листової поверхні показало її зменшення із загущенням посівів від 35 до 80 тис/га. Мінеральні добрива суттєво збільшували площу листового апарату. Збільшення глибини оранки з 20-22 до 28-30 см позитивно вплинуло на асиміляційний апарат кукурудзи цукрової лише на неудобренних варіантах досліду. Максимальний листовий індекс посівів культури був за оранки на 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 80 тис/га (3,72). Міжфазний фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи цукрової у період від 3-5 листків до початку молочно-воскової (технічної) стиглості зерна коливався за варіантами досліду в межах від 0,33 до 1,08 млн  $m^2$ /га за добу, і був максимальним на вищевказаному варіанті.

### **ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ**

Одним із етапів наукової роботи був аналіз структури врожаю кукурудзи цукрової. Основними показниками, яким приділяли увагу, були кількісний і масовий вихід зерна з товарного качана культури, його розміри та маса. Максимальний кількісний і масовий вихід зерна з товарного качана кукурудзи цукрової (445,2 шт. та 82,5 г) було одержано за оранки на 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 35 тис/га. Подальше збільшення густоти стояння рослин до 80 тис/га, менші дози внесення мінеральних добрив і збільшення глибини оранки до 28-30 см призводили до зниження виходу зерна з товарного качана культури. Найбільші товарні качани кукурудзи цукрової без обгортки було зібрано з ділянок з оранкою на 20-22 см, фоном живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущенням рослин 35 тис/га: в середньому, їх довжина складала 17,6 см, а діаметр — 4,8 см. Товарні качани найменшого розміру були за густоти стояння рослин культури 80 тис/га на варіанті без внесення мінеральних добрив за оранки на 20-22 см (довжина — 15,7 см, діаметр — 4,1 см). Максимальну масу мали товарні качани за густоти стояння рослин кукурудзи цукрової 35 тис/га, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  та оранки на 20-22 см — в середньому, 229,0 і 179,3 г в обгортках і без них, відповідно. Найменшу масу мали товарні качани за густоти стояння рослин культури 80 тис/га на варіанті без внесення мінеральних

добрив за оранки на 20-22 см — в середньому, 166,3 і 123,3 г в обгортках і без них, відповідно.

Окрему увагу було приділено показнику кількості сформованих товарних качанів на 100 рослин кукурудзи цукрової. Максимальна кількість товарних качанів на 100 рослин культури сформувалася за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 35 тис/га (119,83 шт.). Подальше загушення посівів, дефіцит живлення та збільшення глибини оранки призводили до зменшення кількості товарних качанів на рослину.

Метою вивчення існуючих і розробки сучасних агротехнологій є поліпшення умов росту, розвитку та продуктивності сільськогосподарських культур для досягнення високих, стабільних врожаїв. Результатами наших польових дослідів із вивчення та вдосконалення технології вирощування кукурудзи цукрової в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України при краплинному зрошенні встановлено суттєвий вплив досліджуваних елементів агротехнології на врожайність товарних качанів культури.

Максимальну врожайність товарних качанів кукурудзи цукрової було одержано за взаємодії таких елементів технології вирощування: оранка на 20-22 см, фон живлення  $N_{120}P_{120}$ , загушення рослин 65 тис/га. На даному варіанті, в середньому, було одержано 14,00 т/га товарних качанів у обгортках і 10,93 т/га без обгортки, відповідно (табл. 2).

Таблиця 2

**Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки, т/га**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	$N_{60} P_{60}$	$N_{120}P_{120}$	
20-22	35	2,67	5,56	7,53	6,22
	50	2,85	6,31	8,81	
	65	3,01	7,67	10,93	
	80	2,96	6,80	9,58	
28-30	35	3,00	4,89	6,23	5,45
	50	3,34	5,55	7,36	
	65	3,57	6,25	8,59	
	80	3,37	5,64	7,56	
Середнє за фактором В		3,10	6,08	8,32	
Середнє за фактором С		4,98	5,70	6,67	5,99

Примітка.  $НР_{05}$ : фактор А — 0,10 т/га; фактор В — 0,07; фактор С — 0,12; комплексна дія факторів АВС — 0,32 т/га.

Додатково було проведено оцінку кормової продуктивності кукурудзи цукрової, яка засвідчила про можливість одержання 42,25 т/га силосної маси культури за вищезазначеного агротехнічного комплексу.

Підвищення якості продукції рослинництва — одне із найважливіших завдань інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Основними показниками якості, які було вивчено в ході дисертаційних досліджень, є загальний вміст цукрів і сухої

речовини в зерні технічної стиглості кукурудзи цукрової, товщина перикарпію зерна, маса 1000 зерен (у сирій вазі).

Вимірювання товщини перикарпію виконували на зернівках, попередньо виділених з товарних качанів, зібраних з ділянок густоти стояння рослин культури 50 тис/га. Показник коливався в межах 0,173-0,217 мм, і за результатами дисперсійного аналізу даних істотно не залежав від досліджуваних факторів. Проте, виявлено тенденцію потовщення перикарпію за внесення мінеральних добрив вищими дозами та оранки на 28-30 см.

Максимальну масу 1000 зерен у сирій вазі забезпечило поєднання оранки на 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 35 тис/га — 185,27 г.

Головним показником якості зерна кукурудзи цукрової є вміст у ньому цукрів. Встановлено, що максимальний загальний вміст цукрів у зерні технічної стиглості культури забезпечувала комплексна дія оранки на 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 35 тис/га — 4,65%. Встановлено зниження вмісту цукрів із збільшенням густоти стояння рослин, глибини оранки, зниженням дози внесення мінеральних добрив (табл. 3).

Таблиця 3

**Загальний вміст цукрів у зерні кукурудзи цукрової на початку молочно-воскової стиглості, %**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	$N_{60} P_{60}$	$N_{120}P_{120}$	
20-22	35	3,70	3,92	4,65	3,82
	50	3,51	3,76	4,50	
	65	3,37	3,57	4,29	
	80	3,16	3,41	4,02	
28-30	35	3,66	3,85	4,50	3,69
	50	3,48	3,60	4,26	
	65	3,34	3,45	3,97	
	80	3,14	3,35	3,72	
Середнє за фактором В		3,42	3,61	4,24	
Середнє за фактором С		4,05	3,85	3,67	3,47

Примітка.  $HP_{05}$ : фактор А — 0,025%; фактор В — 0,032; фактор С — 0,029; комплексна дія факторів АВС — 0,085%.

Подібні закономірності спостерігали за вмістом сухої речовини в зерні, який максимально становив 34,56%.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу даних було побудовано лінійну регресійну модель урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки залежно від досліджуваних факторів.

Рівняння розробленої моделі наведено нижче:

$$Y = 4,0270 - 0,0972X_1 + 0,0436X_2 + 0,0265X_3,$$

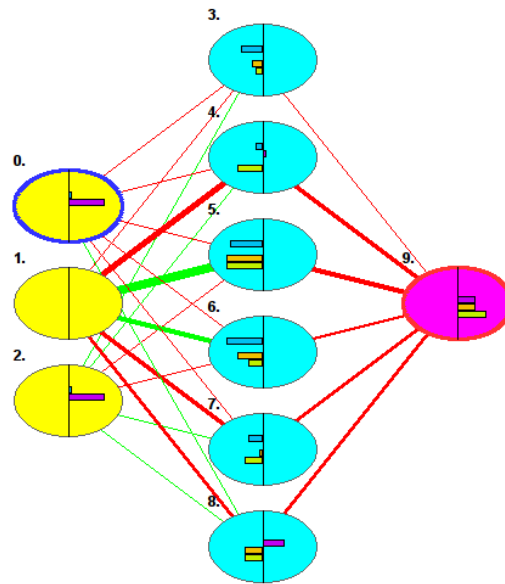
де  $Y$  — урожайність, т/га;  $X_1$  — глибина оранки, см;  $X_2$  — фон живлення, кг/га;  $X_3$  — загущення рослин, тис/га.

Експоненційна модель урожайності виражається таким рівнянням:

$$Y = 4,2073e^{0,0195X},$$

де  $e$  — основа натурального логарифма;  $X$  — незалежна факторіальна змінна.

Крім того, засобами комп'ютерної програми JustNN було побудовано, навчено і протестовано нейронну мережу з одним прихованим шаром нейронів структури 3-6-1 (рис. 1), яка забезпечила прогнозування врожайності кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних факторів із точністю 98,87%.



**Рис. 1. Структура розробленої нейронної мережі**

Середня похибка навчання нейронної мережі склала 0,0098, максимальна — 0,0788. Середня похибка моделі — 0,0383 т/га.

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ**

Зрошення — фактор, який дозволяє підвищити продуктивність кукурудзи цукрової в 3-4 рази порівняно з неполивними умовами. Сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової у досліджах зростало зі збільшенням глибини оранки, дози внесення мінеральних добрив і густоти стояння рослин, і коливалося в межах 2583-2786 м<sup>3</sup>/га. Максимальну частку в структурі сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової за краплинного зрошення мала зрошувальна норма, яка становила, в середньому, 1500 м<sup>3</sup>/га або 53,84-58,11%. На другому місці — корисні опади, які, в середньому, забезпечували культуру вологою на рівні 820-857 м<sup>3</sup>/га (30,65-31,75%). Найменшу роль в забезпеченні водопотреби кукурудзи цукрової відіграла ґрунтова волога — 262-429 м<sup>3</sup>/га, або 10,14-15,40%.

Максимальний коефіцієнт водоспоживання кукурудзи цукрової був за оранки на 20-22 см, варіанту без внесення мінеральних добрив та загущення рослин 35 тис/га — 717 і 967 м<sup>3</sup>/т товарних качанів кукурудзи цукрової у обгортках і без них,

відповідно. Найвищу ефективність використання природної вологи та зрошувальної води забезпечила комплексна дія оранки на 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 65 тис/га — 198 і 254 м<sup>3</sup>/т товарних качанів кукурудзи цукрової у обгортках і без них, відповідно (табл. 4).

Таблиця 4

**Коефіцієнт водоспоживання кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних факторів, м<sup>3</sup>/т товарних качанів**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Загушення рослин, тис/га			
		35	50	65	80
В обгортках					
20-22	Без добрив	717	685	656	669
	$N_{60}P_{60}$	370	329	271	311
	$N_{120}P_{120}$	278	243	198	225
28-30	Без добрив	639	584	557	589
	$N_{60}P_{60}$	419	371	331	376
	$N_{120}P_{120}$	328	287	251	290
Без обгортки					
20-22	Без добрив	967	918	883	901
	$N_{60}P_{60}$	472	425	354	403
	$N_{120}P_{120}$	355	307	254	290
28-30	Без добрив	865	785	746	794
	$N_{60}P_{60}$	538	484	435	487
	$N_{120}P_{120}$	430	369	323	369

Знання біологічних потреб культури в елементах живлення, поживного режиму ґрунту — одна з важливих передумов одержання високих і сталих урожаїв. Вивчення умовного споживання посівами кукурудзи цукрової рухомих сполук азоту та фосфору показало вищу інтенсивність їх засвоєння з шару ґрунту 0-30 см за оранки на 20-22 см (в середньому, на 0,3 мг/кг ґрунту за кожним елементом), а з шару 30-50 см — за оранки на 28-30 см (в середньому, на 1,0 і 1,7 мг/кг ґрунту за азотом і фосфором, відповідно). Найвищу окупність 1 кг діючої речовини мінеральних добрив урожаєм кукурудзи цукрової (167,17 і 127,83 кг товарних качанів у обгортках і без них, відповідно) і максимальну прибавку врожаю (4,66-5,98 т/га) відмічено за оранки на 20-22 см, фону живлення  $N_{60}P_{60}$  та загушення рослин 65 тис/га.

З метою оцінки економічної та енергетичної ефективності елементів агротехнології кукурудзи цукрової було розроблено поліваріантні технологічну та енергетичну карти вирощування культури, розраховано необхідні економіко-енергетичні показники. Максимальну економіко-енергетичну ефективність вирощування кукурудзи цукрової забезпечила комплексна дія оранки на 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 65 тис/га, що знайшло відображення у найвищому рівні рентабельності — 244,02%, і максимальному значенні коефіцієнту енергетичної ефективності — 2,44.

## ВИСНОВКИ

1. Краплинне зрошення водою II класу якості негативно впливає на меліоративний стан ґрунту. Оранка на глибину 28-30 см знижує інтенсивність негативних меліоративних процесів у шарі ґрунту 0-50 см: акумуляції загальних солей — на 0,010%, токсичних — на 0,013%, катіонів натрію — на 0,21 мг-екв/100 г ґрунту, підлуження — на 0,17 одиниць рН. Вищий початковий вміст солей і токсичних катіонів натрію у ґрунті за оранки на глибину 28-30 см нівелює вищезазначені переваги.

2. Істотно кращі водно-фізичні властивості ґрунту від сходів до збирання врожаю культури формувалися за оранки на глибину 28-30 см: щільність складення орного шару 1,19-1,28 г/см<sup>3</sup>, шпаруватість 51,06-54,72%, водопроникність 3,71-2,69 мм/хв., відповідно.

3. Збільшення глибини оранки та внесення мінеральних добрив істотно зменшували інтенсивність виділення ґрунтом вуглекислоти: на 25,9 і 46,4 мг СО<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год., відповідно. Крім того, мінеральні добрива пригнічували життєдіяльність целюлорозкладаючих бактерій в 1,7 рази. Глибина оранки не впливала на їх активність.

4. Оптимальною тривалістю вегетації характеризувалися рослини кукурудзи цукрової за внесення мінеральних добрив дозою N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і густоти стояння рослин 65 тис/га — 78,7 і 79,6 діб за оранки на глибину 20-22 і 28-30 см, відповідно. Збільшення глибини оранки сприяло кращому росту кукурудзи цукрової у варіантах без внесення мінеральних добрив. Загущення рослин до 80 тис/га призводило до неприродного витягування рослин (понад 190 см). Оптимальну висоту рослини культури мали за густоти стояння рослин 50-65 тис/га на фоні живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>. Максимальним середньодобовим приростом характеризувалися рослини кукурудзи цукрової за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, загущення рослин 80 тис/га — 2,93 см.

5. Максимальна площа листової поверхні рослини кукурудзи цукрової формувалася за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, загущення рослин 35 тис/га — 5690 см<sup>2</sup> на початку МВС зерна. Збільшення густоти стояння рослин і глибини оранки (крім неудобреного агрофону) зменшувало площу асиміляційного апарату. Мінеральні добрива позитивно впливали на даний показник. Максимальний листовий індекс і фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи цукрової забезпечували оранка на глибину 20-22 см, фон живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, загущення рослин 80 тис/га — 3,72 і 1,08 млн м<sup>2</sup>/га за добу на початку МВС зерна культури, відповідно.

6. Найкращі показники структури врожаю культури сформувалися за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і загущення рослин 35 тис/га, а саме: вихід зерна з товарного качана — 445,2 шт.; розміри товарного качана без обгортки — 17,6 в довжину та 4,8 см в діаметрі; маса товарного качана в обгортці 229,0, без обгортки — 179,3 г; маса зерна з товарного качана — 82,50 г; кількість товарних качанів на 100 рослин культури — 119,83 шт., тощо. Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової суттєво залежала від усіх досліджуваних агротехнічних елементів, причому максимальна частка впливу належала мінеральним добривам,

мінімальна — глибині оранки. Найвищу врожайність культури одержали за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 65 тис/га, а саме: 14,00 т/га товарних качанів в обгортках і 10,93 т/га без них, відповідно. Урожайність силосної маси кукурудзи цукрової за вищезазначеної технології вирощування становила 42,25 т/га. На варіанті без внесення мінеральних добрив збільшення глибини оранки суттєво поліпшувало продуктивність культури.

7. Досліджувані агротехнічні елементи не впливали на товщину перикарпію зерна кукурудзи цукрової. Максимальні маса 1000 зерен культури, загальний вміст цукрів і сухої речовини були одержані за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 35 тис/га: 185,27 г, 4,65% і 34,56%, відповідно. Збільшення глибини основного обробітку ґрунту, надмірне загушення посівів культури та дефіцит елементів живлення призводять до суттєвого погіршення якості продукції кукурудзи цукрової.

8. За допомогою математичних методів було розроблено моделі врожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки залежно від досліджуваних елементів агротехнології, які характеризуються високою (понад 90%) точністю. Зокрема, лінійна регресійна модель врожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки залежно від досліджуваних факторів:

$$Y = 4,0270 - 0,0972X_1 + 0,0436X_2 + 0,0265X_3,$$

де  $X_1$  — глибина оранки, см;

$X_2$  — фон живлення, кг/га;

$X_3$  — загушення рослин, тис/га.

9. Сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової залежно від агротехнології коливалося в межах 2583-2786 м<sup>3</sup>/га. Збільшення глибини оранки, дози внесення мінеральних добрив і загушення рослин підвищували його величину. Мінімальний коефіцієнт водоспоживання забезпечила оранка на глибину 20-22 см, фон живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 65 тис/га — 198 і 254 м<sup>3</sup>/т товарних качанів кукурудзи цукрової у обгортках і без них, відповідно. Завдяки кореляційно-регресійному аналізу даних було розроблено математичні моделі сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової при краплинному зрошенні.

10. Оранка на глибину 28-30 см підвищує умовне споживання азоту на 0,2, фосфору на 0,4 мг/кг ґрунту. Внесення мінеральних добрив дозою  $N_{60}P_{60}$  та  $N_{120}P_{120}$  збільшує умовне споживання з шару 0-50 см азоту на 4,1 і 7,0, та фосфору на 3,3 і 4,9 мг/кг ґрунту, відповідно. Найбільш раціональне використання кукурудзою цукровою поживних речовин з ґрунту забезпечує оранка на глибину 20-22 см, фон живлення  $N_{120}P_{120}$ : сумарно з шарів ґрунту 0-30 і 30-50 см азоту — 6,9, фосфору — 4,9 кг/т. Максимальна ефективність мінеральних добрив за їх окупністю та прибавкою врожаю була за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  та загушення рослин 65 тис/га.

11. Максимальну економіко-енергетичну ефективність виробництва кукурудзи цукрової забезпечила оранка на глибину 20-22 см, фон живлення  $N_{120}P_{120}$  та загушення рослин 65 тис/га: рівень рентабельності 244,02%; коефіцієнт енергетичної ефективності — 2,44.



## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою одержання 10-12 т/га товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток за високої економіко-енергетичної ефективності виробництва рекомендуємо вирощувати культуру при краплинному зрошенні (за підтримання вологості ґрунту на рівні 80% НВ в шарі ґрунту 0-30 см до фази 7-8 листків культури та в шарі 0-50 см решту періоду вегетації) в господарствах Степової зони України при дуже низькому вмісті в ґрунті рухомих сполук азоту та середньому — фосфору із застосуванням таких елементів агротехніки:

- полицева оранка на глибину 20-22 см;
- фон живлення  $N_{120}P_{120}$ ;
- загущення рослин 65 тис/га.

Рекомендований агротехнічний комплекс було впроваджено у господарствах Херсонщини, а саме: у фермерському господарстві «Рімма» Горностаївського району Херсонської області у 2016 р. на площі 2,0 га; фермерському господарстві «СМАРАГД ПЛЮС» Великоолександрівського району Херсонської області у 2016 р. на площі 1,0 га; фермерському господарстві «Зоря» Білозерського району Херсонської області у 2016 р. на площі 0,8 га; в установах Південного наукового центру Національної академії наук і Міністерства освіти і науки України, тощо.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Статті у фахових виданнях*

1. Лиховид П. В. Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової залежно від агротехніки в зрошуваних умовах Сухого Степу України. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2015. Вип. 94. С. 42—48.

2. Лиховид П. В. Ефективність використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою залежно від агротехніки її вирощування при зрошенні. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2016. Вип. 95. С. 62—66.

3. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Загальний вміст цукрів і сухої речовини в зерні кукурудзи цукрової на початку його молочно-воскової стиглості залежно від агротехнології. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2016. Вип. 96. С. 119—123.

*Автором дисертації проведено лабораторні аналізи, їх математичну обробку й узагальнення, аналіз літературних джерел.*

4. Ушкаренко В., Лиховид П. Урожайність кукурудзи цукрової залежно від глибини полицевої оранки, фону живлення та густоти стояння рослин за краплинного зрошення. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 12 (87). С. 11—14.

*Автором дисертації проведено польові дослідження, визначення врожайності, математичну обробку й узагальнення одержаних даних, аналіз літературних джерел.*

5. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Регресійна модель урожайності кукурудзи цукрової залежно від агротехнології в зрошуваних умовах Сухого Степу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 2. С. 31—35. (видання входить до міжнародних наукометричних баз, репозиторіїв та баз даних Ulrich's Periodicals Directory, РИНЦ, Google Scholar, BASE, OpenDOAR, Соционет,

WorldCat, CyberLeninka).

*Автором дисертації проведено аналіз літературних джерел і побудову регресійної моделі.*

6. Лиховид П. Водно-фізичні властивості ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його основного обробітку. *Техніка і технології АПК*. 2017. № 1 (88). С. 26—29.

#### **Статті у виданнях за кордоном**

7. Likhovid P. V. Analysis of the Ingulets irrigation water quality by agronomical criteria. *Success of Modern Science and Education*. 2015. No. 5. P. 10—12. (видання входить до міжнародних наукометричних і бібліографічних баз РИНЦ, AGRIS, ERIH PLUS).

8. Лиховид П. В. Перспективы использования кукурузы сахарной в кормопроизводстве. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал*. 2016. Вып. 1 (61). С. 213—215. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

9. Лиховид П. В. Энергетическая эффективность выращивания кукурузы сахарной в зависимости от агротехнического комплекса. *Успехи современной науки и образования*. 2016. № 11, Т. 8. С. 22—24. (видання входить до міжнародних наукометричних і бібліографічних баз РИНЦ, AGRIS, ERIH PLUS).

10. Ушкаренко В. А., Лиховид П. В. Технология выращивания кукурузы сахарной на капельном орошении в условиях Сухой Степи Украины// *Современные научные исследования и инновации: электрон. науч.-практ. журнал*. 2016. № 11 (67). URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/11/73063> (дата обращения 19.03.2017). (видання входить до міжнародних наукометричних баз РИНЦ, Google Scholar).

*Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, їх математичну обробку й узагальнення одержаних даних, економіко-енергетичні розрахунки, аналіз літературних джерел.*

11. Ушкаренко В. А., Лиховид П. В. Нейронные сети в прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур на основании результатов многофакторных опытов на примере кукурузы сахарной. *Успехи современной науки и образования*. 2017. № 1, Т. 4. С. 174—176. (видання входить до міжнародних наукометричних і бібліографічних баз РИНЦ, AGRIS, ERIH PLUS).

*Автором дисертації проведено польові дослідження, математичну обробку, узагальнення одержаних даних і побудовано нейронну модель, проаналізовано літературні джерела.*

12. Лиховид П. В. Продолжительность вегетационного периода кукурузы сахарной в зависимости от агротехники. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал*. 2017. Вып. 1 (65). С. 248—251. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

13. Лиховид П. В., Ушкаренко В. А. Мелиоративное состояние почвы в зависимости от глубины ее основной обработки на посевах кукурузы сахарной. *SCI-ARTICLE: электронный периодический рецензируемый научный журнал*. 2017. № 42. С. 165—170. URL: <http://sci-article.ru>

*Автором дисертації проведено польові дослідження, математичну обробку, узагальнення одержаних даних, зроблено висновки, проаналізовано літературні джерела.*

### **Статті в інших виданнях, тези конференцій**

14. Ушкаренко В., Лиховид П., Кіріяк Ю. Перспективи розвитку краплинного зрошення у Херсонській області. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва : матер. II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 20-21 жовтн. 2015 р.* Тернопіль, 2015. С. 48—50. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

*Автором дисертації проведено аналіз літературних джерел, кліматичних умов і стану якості зрошувальної води.*

15. Likhovid P.V. The new way of the irrigation water quality amelioration in the Inhulets'ka irrigation system by using water feed from the Karachunivs'ke reservoir // Anthropogenic evaluation of modern soils and food production under changing of soil and climatic conditions: proceedings of international scientific and practical e-conference on agriculture and food security, Oct. 29-Nov. 28, 2015. P. 127—128. DOI: <http://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2015.e-conf> (дата звернення 19.03.2017).

16. Ушкаренко В., Лиховид П. Щільність складення ґрунту на посівах кукурудзи цукрової за різної глибини його основного обробітку. *Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі: матер. III міжнар. наук.-практ. конф., 19-20 травн. 2016 р., м. Тернопіль.* Тернопіль: Крок, 2016. С. 71—73. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

*Автором дисертації проведено польові дослідження, математичну обробку їх результатів, узагальнення та систематизацію, аналіз літературних джерел.*

17. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Урожайність наземної маси кукурудзи цукрової залежно від глибини основного обробітку ґрунту, фону живлення та загушення рослин при зрошенні. *Онтогенез — стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах: зб. тез міжнар. конф., 10-11 червн. 2016 р., м. Херсон.* Херсон: Колос, 2016. С. 179—180.

18. Лиховид П. Основний обробіток ґрунту як фактор продуктивності кукурудзи цукрової. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: матер. III міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 жовтн. 2016 р., м. Тернопіль.* Тернопіль: Крок, 2016. Ч. 1. С. 68—70. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

19. Лиховид П. В. Висота рослин і швидкість росту кукурудзи цукрової за різних технологій її вирощування. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область.* Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 89—91.

20. Лиховид П. В. Інтенсивність виділення вуглекислого газу темно-каштановим ґрунтом на посівах кукурудзи цукрової за краплинного зрошення. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область.* Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 91—93.

21. Лиховид П. В. Індекс листової поверхності кукурузи сахарної в залежності від агротехнічного комплексу. *Досягнення та концептуальні напрями*

*розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область. Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД", 2016. С. 94—95.*

22. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи цукрової на краплинному зрошенні залежно від агротехнічного комплексу. *Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття: матер. III наук.-практ. конф., 8 грудн. 2016 р., м. Київ. Київ, 2016. С. 9—10.*

*Автором дисертації проведено польові дослідди, аналіз одержаних результатів і економічні розрахунки ефективності технології вирощування.*

23. Наука в Південному регіоні України. Важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності. Вип. XIV / під загальн. ред. ак. НАН України Андронаті С. А. Одеса, 2016. С. 82.

24. Лиховид П. Ефективність краплі. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 1 (85). С. 94.

## АНОТАЦІЯ

**Лиховид П.В. Продуктивність кукурудзи цукрової залежно від обробітку ґрунту, удобрення, загушення рослин при краплинному зрошенні.** - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації» (Сільськогосподарські науки). - Херсонський державний аграрний університет, Херсон, 2017.

У дисертації викладено результати досліджень із удосконалення технології вирощування кукурудзи цукрової за краплинного зрошення в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України. Встановлено вплив глибини полицевої оранки, доз мінеральних добрив і загушення рослин на ростові процеси, врожайність і показники якості врожаю культури, подано економіко-енергетичне обґрунтування технології вирощування кукурудзи цукрової в зазначених агропромислових умовах.

Для одержання 10-12 т/га товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток за високої економіко-енергетичної ефективності виробництва рекомендуємо вирощувати культуру при краплинному зрошенні (за підтримання вологості ґрунту на рівні 80% НВ в шарі ґрунту 0-30 см до фази 7-8 листків культури та в шарі 0-50 см решту періоду вегетації) в господарствах Степової зони України при дуже низькому вмісті в ґрунті рухомих сполук азоту та середньому — фосфору із застосуванням таких елементів агротехніки:

- полицева оранка на глибину 20-22 см;
- фон живлення  $N_{120}P_{120}$ ;
- загушення рослин 65 тис/га.

**Ключові слова:** біологічна активність ґрунту, водно-фізичні властивості ґрунту, глибина оранки, економічна ефективність, енергетична ефективність, загушення рослин, краплинне зрошення, кукурудза цукрова, меліоративний стан ґрунту, мінеральні добрива, програмування, ріст і розвиток рослин, урожайність, якість

зрошувальної води, якість урожаю.

### АННОТАЦИЯ

*Лиховид П.В.* **Продуктивность кукурузы сахарной в зависимости от обработки почвы, удобрения, загущения растений при капельном орошении.** - Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата сельскохозяйственных наук (доктора философии) по специальности 06.01.02 «Сельскохозяйственные мелиорации» (Сельскохозяйственные науки). - Херсонский государственный аграрный университет, Херсон, 2017.

В диссертации изложены результаты исследований по усовершенствованию технологии выращивания кукурузы сахарной при капельном орошении в условиях почвенно-экологической зоны Сухой Степи Украины. Установлено влияние глубины отвальной вспашки, доз минеральных удобрений и загущения растений на ростовые процессы, урожайность и показатели качества урожая культуры, приведено экономико-энергетическое обоснование технологии выращивания кукурузы сахарной в указанных агропроизводственных условиях.

Лучшие водно-физические свойства почвы на посевах кукурузы сахарной формировались при вспашке на глубину 28-30 см. Меньшая интенсивность засоления, увеличения водородного показателя жидкой фазы почвы вследствие орошения водой II класса качества также наблюдались при вспашке на глубину 28-30 см.

Минеральные удобрения угнетали активность почвенной микрофлоры, способствуя консервации органического вещества, что вело к снижению интенсивности дыхания почвы и степени разложения льняного полотна. Глубина вспашки несущественно влияла на целлюлозоразлагающие бактерии, однако, увеличение глубины обработки почвы вело к угнетению аэробной микрофлоры и снижению эмиссии углекислоты.

Вспашка на глубину 28-30 см, минеральные удобрения, загущение посевов способствовали затягиванию созревания урожая. Положительное влияние на ростовые процессы и формирование ассимиляционного аппарата кукурузы сахарной оказывали минеральные удобрения. Изреженные и загущенные посевы культуры нарушали ее нормальное развитие.

Лучшие показатели структуры урожая, такие как выход зерна с початка, размеры и масса початков, количество товарных початков на 100 растений обеспечивала вспашка на 20-22 см, фон питания  $N_{120}P_{120}$ , загущение растений 35 тыс/га. Максимальная урожайность товарных початков кукурузы сахарной (14,00 и 10,93 т/га в обертках и без них, соответственно) была получена при вспашке на 20-22 см, фоне питания  $N_{120}P_{120}$ , загущении растений 65 тыс/га. Вышеуказанный вариант обеспечивал наиболее эффективное использование оросительной и природной воды культурой (коэффициент водопотребления составил 198 и 254 м<sup>3</sup>/т товарных початков в обертках и без них, соответственно), а также максимальную экономико-энергетическую эффективность производства (рентабельность 244,02%, коэффициент энергетической эффективности 2,44).

Исходя из результатов исследований, были разработаны рекомендации

производству. Для получения 10-12 т/га товарных початков кукурузы сахарной без оберток при высокой экономико-энергетической эффективности производства рекомендуем выращивать культуру при капельном орошении (поддерживая влажность почвы на уровне 80% НВ в слое 0-30 см до фазы 7-8 листьев культуры и в слое 0-50 см остаток периода вегетации) в хозяйствах Степной зоны Украины при очень низком содержании в почве подвижных соединений азота и среднем — фосфора с использованием таких элементов агротехники:

- отвальная вспашка на глубину 20-22 см;
- фон питания  $N_{120}P_{120}$ ;
- загущение растений 65 тыс/га.

*Ключевые слова:* биологическая активность почвы, водно-физические свойства почвы, глубина вспашки, экономическая эффективность, энергетическая эффективность, загущение растений, капельное орошение, кукуруза сахарная, мелиоративное состояние почвы, минеральные удобрения, программирование, рост и развитие растений, урожайность, качество оросительной воды, качество урожая.

#### ANNOTATION

*Likhovid P.V. The productivity of sweet corn depending on soil treatment, fertilizers, plants thickness as a result of drip irrigation.* — A qualifying academic paper (manuscript copyright).

Dissertation in support of candidature for PhD in agricultural sciences in specialty 06.01.02 «Agricultural Meliorations» (Agricultural Sciences). - Kherson State Agrarian University, Kherson, 2017.

The paper represents research results of the advances in technological productivity sweet corn cultivation at drip irrigation in conditions of the Dry Steppe Zone of Ukraine. It shows the effect of moldboard plowing depth, fertilizers rates and plants thickness upon on growth processes, yielding capacity and quality performance of the crop yield, as well as economical and energy feasibility of sweet corn cultivation technology in the outlined agroindustrial conditions.

To yield 10-12 t/ha of tradable cobs without husks with high economic-energy productivity, sweet corn is to be grown at the drip irrigation (holding soil moisture level on 80% LW in 0-30 cm layer till phase of 7-8 leaves of the crop and in 0-50 cm layer at the rest of vegetation) in farms of Steppe Zone of Ukraine at very low content of Nitrogen and middle content of Phosphorus in the soil in accordance with such agrotechnical complex:

- moldboard plowing on the depth of 20-22 cm;
- $N_{120}P_{120}$  nutrient status;
- 65 ths/ha plants thickness .

*Key words:* biological activity of soil, hydrophysical properties of soil, plowing depth, economical efficiency, energy efficiency, plants thickness, drip irrigation, sweet corn, meliorative soil status, mineral fertilizers, programming, plants growth and development, crop yield, irrigation water quality, yield quality.

Підписано до друку 11 вересня 2017 р.  
Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Папір офсетний.  
Друк різнографія. Гарнітура Times New Roman.  
Обсяг 0,9 умов. друк. арк. Наклад 100 прим.

Віддруковано з готових оригінал-макетів  
у видавничому центрі «Колос»  
ДВНЗ “Херсонський державний аграрний університет”  
Свідоцтво ХС № 6 від 12 жовтня 2000 року.  
73006, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23  
Тел.: (0552)-41-44-32