

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПАЛАМАРЧУК ВІТАЛІЙ ДМИТРОВИЧ

УДК 633.15:631.559:632.938:620.925:58(477.4+292.485)

**НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОЩУВАННЯ ТА АДАПТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ДЛЯ
ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

06.01.09 – Рослинництво
20 – Аграрні науки та продовольство

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Кам'янець-Подільський – 2020

Дисертація є рукопис.

Робота виконана у Вінницькому національному аграрному університеті.
Міністерства освіти та науки України.

Науковий консультант – доктор сільськогосподарських наук, професор
ДОРОНІН Володимир Аркадійович,
Інститут біоенергетичних культур і цукрових
буряків НААН України, завідувач лабораторії
насіннезнавства та насінництва буряків і
біоенергетичних культур.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
ФЕДОРЧУК Михайло Іванович,
Миколаївський національний
аграрний університет,
професор кафедри рослинництва та
садово-паркового господарства

доктор сільськогосподарських наук, професор
КОКОВІХІН Сергій Васильович,
Інститут зрошуваного землеробства НААН,
заступник директора з наукової роботи

доктор сільськогосподарських наук, професор
ДІДОРА Віктор Григорович,
Житомирський національний
агроекологічний університет,
професор кафедри рослинництва

Захист дисертації відбудеться «07» травня 2020 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 71.831.01 Подільського державного аграрно-технічного університету за адресою: вул. Шевченка, 13, ауд. 20, гол. корпус, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницької області, 32300.

Із дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Подільського державного аграрно-технічного університету за адресою: вул. Шевченка, 13, корпус 1, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницької області, 32300.

Автореферат розіслано «26» березня 2020 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат сільськогосподарських наук



В. М. Степанченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У сучасному розвитку сільського господарства важливе місце займає виробництво продовольчого зерна, де найбільшу частку в структурі посівних площу займає пшениця та кукурудза. Проте за останнє десятиріччя в умовах енергетичної кризи зерно кукурудзи використовують не тільки, як добавку до раціонів у годівлі тварин але й для виробництва біопалива.

Багаточисельні дослідження відомих вчених з питань вирощування кукурудзи на зерно, на основі комплексного підходу, щодо оцінки адаптивних властивостей гібридів, окремих прийомів технології та особливостей нагромадження крохмалю у зерні дозволить якісно оцінити можливість виробництва біоетанолу. Адже саме зернова кукурудза має найвищий вихід етанолу з одиниці продукції серед зернових культур.

Тому підвищення продуктивності кукурудзи можливе лише за умови інтенсифікації та біологізації технології, які передбачають використання генетичного та адаптивного потенціалу гібриду (холодостійкість, ремонтантність, посухостійкість, інтенсивність ростових процесів), використання макро- та мікроелементів, корегування строків сівби, глибини загортання та розмірів фракції насіння. Особливої актуальності ці питання набувають в умовах глобальних змін клімату, дефіциту органічних добрив та високої вартості мінеральних добрив.

Комплексне вивчення ефективності застосування прийомів технології – строків сівби, глибини загортання насіння, його фракційних розмірів, проведення позакореневих підживлень та адаптивних властивостей гібридів є актуальним і вирішальним фактором у процесі формування максимально продуктивних параметрів агроценозу кукурудзи та має наукове і практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили у відповідності з тематичними планами науково-дослідних робіт Вінницького національного аграрного університету (ВНАУ) згідно НТП «Розробка сучасних технологій вирощування нових гібридів кукурудзи із високим вмістом вуглеводів у зерні і стійкістю до основних хвороб та шкідників в умовах Лісостепу правобережного», на 2011-2015 рр. (номер державної реєстрації 0111U004099), в межах якої автором проведена оцінка досліджуваних гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу та визначено їх стійкість до шкідників та хвороб, «Енергетична продуктивність гібридів кукурудзи залежно від агротехнологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу правобережного» (номер державної реєстрації 0116U005535) на 2016 рік, «Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу правобережного» (номер державної реєстрації 0113U007544) на 2013-2017 рр., «Удосконалення елементів технології вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу правобережного» (номер державної реєстрації 0115U005476) на 2014-2018 рр., в межах яких автором досліджено вплив агротехнологічних прийомів, адаптивних властивостей гібридів на продуктивність і нагромадження крохмалю у зерні та проведено комплексну оцінку господарсько-цінних ознак та тематичних планів наукової роботи щодо агротехніки вирощування кукурудзи на зерно («Вплив технологічних прийомів вирощування на продуктивність гібридів

кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного» номер державної реєстрації 016U003904) та інших польових культур («Удосконалення елементів технології вирощування зернових та зернобобових культур в умовах Лісостепу правобережного» номер державної реєстрації 0117U004702) кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження полягала у науково-теоретичному обґрунтуванні технологічних прийомів вирощування та адаптивності кукурудзи різних груп стиглості для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

- вивчити вплив строків сівби, глибини загортання насіння та його маси, а також позакореневого підживлення на процеси росту, розвитку та формування вегетативної маси кукурудзи залежно від погодних факторів та їх взаємодії;
- дослідити вплив досліджуваних елементів технології вирощування на продуктивність фотосинтезу гібридів кукурудзи різних груп стиглості та проаналізувати динаміку формування їх урожайності;
- вивчити стійкість рослин кукурудзи до хвороб та шкідників залежно від досліджуваних прийомів технології;
- обґрунтувати оцінку якості гібридів кукурудзи за вмістом у зерні крохмалю і придатністю їх для виробництва біопалива;
- теоретично обґрунтувати шляхи інтенсифікації виробництва і розробити математичну модель росту й розвитку кукурудзи на зерно для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного;
- визначити економічну ефективність вдосконалених прийомів технології вирощування різньостиглих гібридів кукурудзи на зерно.

Об'єкт дослідження – процеси росту і розвитку, формування урожаю зерна кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології вирощування, зв'язки між абіотичними чинниками та фенотипової продуктивності рослин в умовах Лісостепу правобережного.

Предмет дослідження – гібриди кукурудзи вітчизняної і зарубіжної селекції, строки сівби, глибина загортання та фракції насіння, позакореневі підживлення, гідротермічні умови, біохімічні показники якості вегетативної маси та зерна.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи застосовували загальнонаукові й спеціальні методи досліджень. У дослідженнях використовували *польові, лабораторно-польові та лабораторні* методи. На основі проведення *польового методу* визначали взаємозв'язок об'єкта з біотичними та абіотичними факторами в конкретних умовах досліджуваної зони; *лабораторного* – морфофізіологічні та біометричні параметри рослин; *хімічного* – показники якості зерна; *розрахункового* – фотосинтетичні показники, коефіцієнти водоспоживання; *статистичного* – дисперсійний, кореляційний та кластерний аналізи; *порівняльно-розрахункового* – економічну ефективність елементів технології вирощування гібридів кукурудзи.

Наукова новизна одержаних результатів полягала у виявленні залежностей впливу строків сівби, позакореневого підживлення мікродобривами, регулятором

росту рослин та бактеріальним препаратом на процеси росту, розвитку та формування урожайності зерна кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу правобережного:

Уперше:

- виявлено особливості росту й розвитку та формування урожайності зерна різньостиглих гібридів кукурудзи вітчизняної та закордонної селекції, залежно від строків сівби, глибини загортання та розмірів фракції насіння і позакореневого підживлення мікродобривами, регулятором росту рослин та бактеріальним препаратом;

- обґрунтовано процеси формування врожайності зерна кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології вирощування;

- встановлено кореляційні залежності між гідротермічними умовами і рівнем урожайності зерна, між елементами технології вирощування та індивідуальною продуктивністю рослин;

- розроблено математичну модель для виробництва біоетанолу із зерна кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного;

- проведено оцінку впливу фізіологічних складових рослинного організму (вміст хлорофілу, інтенсивність транспірації, хімічний склад вегетативної маси рослин) на вміст крохмалю у зерні та продуктивність кукурудзи;

- дана економічна оцінка адаптивної технології вирощування різньостиглих гібридів кукурудзи на зерно та придатності для виробництва біоетанолу.

Удосконалено:

- технологію вирощування кукурудзи на зерно з визначенням придатності для виробництва біоетанолу;

- систему класифікації гібридів кукурудзи різних груп стиглості щодо придатності їх для виробництва альтернативного виду палива (біоетанолу);

- добір та оцінку гібридів кукурудзи за адаптивними властивостями за використання окремих елементів технології вирощування.

Набули подальшого розвитку:

- застосування закону взаємозв'язку біологічних об'єктів із навколишнім середовищем при описі процесів росту, розвитку та формування урожайності і якості зерна кукурудзи різних груп стиглості.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці науково-практичних рекомендацій виробництву щодо удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи на зерно за рахунок добору нових гібридів різних груп стиглості, оптимізації строку сівби, глибини загортання та розмірів фракції насіння і визначення науково обґрунтованих строків застосування мікродобрив у позакореневі підживлення. На основі отриманих даних розроблені методичні рекомендації, прийоми сучасної технології вирощування гібридів кукурудзи придатних для виробництва біоетанолу. Наукові розробки впроваджені в господарствах Вінницької області на площі 270 га, а приріст урожайності складав 1,5-4,7 т/га. Практичну значимість мають розроблені автором: методичні рекомендації щодо оцінки придатності кукурудзи для виробництва біоетанолу на основі адаптивних властивостей гібридів та комплексу господарсько-цінних ознак.

Основні положення дисертаційної роботи використано у навчальному

процесі Сумського і Вінницького національних аграрних університетів, Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, зокрема при викладанні дисциплін «Насіннезнавство», «Світові агротехнології», «Системи сучасних інтенсивних технологій» за напрямом підготовки 201 «Агрономія» (акт впровадження від 07.09.2018 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним дослідженням здобувача. Автором розроблено програму досліджень у відповідності до існуючих методик, опрацьовано й узагальнено дані вітчизняної і зарубіжної наукової літератури, проведено польові та лабораторні експерименти, виконано статистичний аналіз отриманих даних, визначено економічну та енергетичну ефективності. На основі систематизованого матеріалу обґрунтовано їхню практичну доцільність, сформульовано висновки й рекомендації виробництву, розроблено науково-практичні рекомендації виробництву; підготовлено та опубліковано наукові статті.

Апробація результатів дисертації. Дисертаційні матеріали щороку заслуховувалися на засіданнях кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ (2011-2017 рр.), міжнародних науково-практичних конференціях молодих вчених «Молодежь и инновации – 2013» (Республіка Беларусь, г. Горьки, 29-31 мая 2013 г.), «Стан і перспективи вирощування енергетичних культур» (Миколаїв 16-17 жовтня 2013), науково-практичних конференціях «Наука в інформаційному просторі». Сучасні проблеми та їх вирішення (Дніпропетровськ, 10-11 жовтня 2013), «Органічне виробництво і продовольча безпека» (Житомир, 2015), «Современные проблемы и достижение сельского хозяйства в XXI веке» (Николаев, 2018).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 46 наукових праць, зокрема 28 статей у фахових виданнях України (із них 4 – у виданнях, які індексуються в міжнародних наукометричних базах), 2 статті в наукових виданнях інших держав, 1 науково-практична рекомендація, 4 підручники і посібники та 7 тез доповідей наукових конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 537 сторінках комп'ютерного тексту (із них основного – 320). Вона складається з вступу, 9 розділів, висновків та рекомендацій виробництву, 94 додатків, списку використаної літератури, який налічує 568 найменування, в тому числі 48 латиницею. Робота містить 158 таблиць та 35 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

АГРОТЕХНОЛОГІЇ – ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА АДАПТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ІЗ ВИСОКИМ ВМІСТОМ КРОХМАЛЮ (огляд літератури)

На підставі аналізу вітчизняної та зарубіжної наукової літератури щодо вирощування біоенергетичних рослин висвітлено питання фотосинтетичної діяльності, ролі елементів живлення, стійкості рослин кукурудзи до основних шкідників та хвороб. Обґрунтовано агробіологічні особливості росту й розвитку гібридів кукурудзи, їх адаптованості до різних агроекологічних умов України. Опрацьовано матеріали наукових праць щодо ефективності зміни строків сівби в

умовах глобального потепління. Розглянуто особливості нагромадження крохмалю у зерні кукурудзи залежно від біологічних та технологічних прийомів вирощування гібридів.

ПРОГРАМА, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводили впродовж 2011-2017 рр. на кафедрі рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету та в польових дослідах в умовах ДП ДГ «Корделівське» Інституту картоплярства НААН України (с. Корделівка, Калинівський р-н., Вінницька обл.), яке розташоване в зоні нестійкого зволоження Лісостепу правобережного України, клімат – помірно континентальний.

Перерозподіл тепла у вегетаційний період кукурудзи. За досягнення повної стиглості кукурудза втрачає вологість зерна із швидкістю 0,4-0,6 % за добу, тому раціональним буде обрати гібрид, який дозріє раніше, ніж навколишня температура досягне мінусових значень, що дозволить природнім шляхом досушити вологе зерно (табл. 1). Сума ефективних температур у роки досліджень істотно відрізнялась і була вищою від середнього багаторічного значення, що вказує на контрастність умов досліджень за температурним режимом, що в кінцевому результаті впливало на ріст і розвиток рослин кукурудзи, особливо залежно від різних строків сівби.

Таблиця 1

Суми ефективних температур по місяцях вегетації кукурудзи за даними Хмільницької метеостанції, °С

Місяць	Сума ефективних температур ($\geq +10$ °С)							
	середньо-багаторічна, °С	роки досліджень						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Квітень	128	130	263	264	138	125	257	214
Травень	461	469	527	538	488	464	449	426
Червень	543	582	582	583	504	572	591	568
Липень	627	631	685	590	626	654	641	605
Серпень	601	574	599	573	610	663	607	650
Вересень	415	445	479	273	453	509	468	445
Жовтень	130	122	125	110	112	0	0	116
Сума за квітень-жовтень	2905	2953	3260	2931	2931	2987	3010	3024

Проведення сівби у перший строк забезпечує й ранню появу сходів кукурудзи, що дозволяє додатково використати 10-14 °С. Запізнення із строками сівби призводить до скорочення вегетаційного періоду гібридів кукурудзи, за рахунок менш тривалого надходження теплових ресурсів.

У 2011 р. протягом червня спостерігалось істотне збільшення кількості ефективних температур (39 °С), а у серпні цього ж року, навпаки, зменшення температури на 27 °С, порівняно з середньобагаторічним показником. Інші місяці

за приходом ефективних температур майже не відрізнялися від середньо-багаторічного значення показника. У 2012 р. спостерігалось істотне підвищення суми температурних особливо в періоди інтенсивного росту й розвитку кукурудзи (травень-липень). Зростання суми ефективних температур у травні склало 66 °С, у червні – 39 °С, а в липні – 58 °С. Крім того спостерігалось суттєве зростання суми ефективних температур у квітні (133 °С) та вересні (64 °С), що позитивно вплинуло на вологовіддачу досліджуваних гібридів кукурудзи. Зростання суми ефективних температур на 134 °С порівняно з середньо-багаторічним значенням у 2013 р. у квітні позитивно вплинуло на проростання насіння гібридів кукурудзи раннього строку сівби. У 2014 р. у квітні зростання суми ефективних температур було незначним (10 °С), а у червні, навпаки, спостерігалось її зменшення на 39 °С відносно середньобагаторічної. В інші місяці сума ефективних температур наближалася до значення середньої багаторічної. У 2015 р. істотне зростання суми ефективних температур відмічено у червні на 29°С, липні – 27°, серпні – 62° та вересні – 94°С, порівняно з середньобагаторічною. У жовтні температура повітря не перевищувала 10°С. У зв'язку із тим, що в цей період спостерігався ще й дефіцит вологи. 2016 р. характеризувався перевищенням суми ефективних температур у квітні на 129 °С, червні – 48° та вересні на 53 °С. У травні та жовтні спостерігалось зменшення суми ефективних температур, відповідно – на 12°С та 130 °С, що вплинуло на ріст і розвиток гібридів кукурудзи. У 2017 р. відмічене зростання суми ефективних температур у квітні на 86 °С, червні на 25 °С, серпні на 49 °С та вересні на 30 °С.

Забезпеченість вологою рослин гібридів кукурудзи істотно відрізнялася за роками досліджень, найбільш посушливими виявилися 2012 та 2015 рік, кількість опадів становила 371 та 221 мм, відповідно. В цілому кліматичні умови 2011-2017 років були сприятливими для росту й розвитку кукурудзи.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем глибокий середньосуглинковий на лесі. Щільність складення ґрунту – 1,2 г/см³. Вміст гумусу (за Тюрнімом) в орному шарі складав 4,60 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) 106 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чиріковим) 186 і 160 мг на 1 кг ґрунту, відповідно. Реакція ґрунтового – рН (сольове) 5,7 (близька до нейтральної).

Для виконання програми досліджень було проведено наступні досліді:

Дослід 1. Вивчення впливу строків сівби гібридів кукурудзи на продуктивність та комплекс господарсько-цінних ознак (2011-2013 рр.). *Схема досліду:* 1. Сівбу гібридів кукурудзи проводили у три строки (фактор А): *ранній* (за рівнем температурного режиму (РТГ) $t=+8$ °С у ґрунті на глибині загортання насіння), *середній* (за РТГ) $t=+10$ °С у ґрунті на глибині загортання насіння) (*контроль*) та *пізній* (за РТГ) $t=+12$ °С у ґрунті на глибині загортання насіння); 2. Для сівби використовували гібриди різних груп стиглості (фактор Б): *ранньостиглі гібриди:* Харківський 195 МВ (ФАО 190); ДКС 2870 (210); ДКС 2960 (ФАО 250); ДКС 2949 (ФАО 190); ДКС 2787 (ФАО 190); ДКС 2971 (ФАО 200) (st); *середньоранні:* ДКС 3476 (ФАО 260); ДКС 3795 (ФАО 250); ДКС 3472 (ФАО 270); ДКС 3420 (ФАО 280); Переяславський 230СВ (230); ДКС 3871 (280) (st) та середньостиглі: ДК 391 (ФАО 320); ДКС 3511 (ФАО 330); ДК 440 (ФАО350); ДКС 4964 (ФАО 390); ДКС 4626 (ФАО360); ДК 315 (ФАО 310) (st).

Протягом вегетації проводили визначення таких фенологічних фаз як: сході, викидання та цвітіння волотей, цвітіння качанів (появи тичинкових ниток) та повної стиглості зерна, визначення лінійних розмірів рослин: загальну висоту та прикріплення качана, а також структурний аналіз урожаю. Оцінку стійкості до вилягання рослин проводили із використанням прямого методу у відсотках від їх загальної кількості на дослідній ділянці після 15-20 денного перестою в полі, після настання повної стиглості зерна.

Дослід 2. Вивчення впливу глибини загортання та розмірів фракції насіння кукурудзи на продуктивність та комплекс господарсько-цінних ознак (2014-2016 рр.). *Схема досліду:* 1. Для сівби використовували гібриди різних груп стиглості (фактор А): ранньостиглі: ДКС 2960 (ФАО 250), ДКС 2971 (ФАО 200), середньоранні: ДКС 3472 (ФАО 270), ДКС 3795 (ФАО 250) та середньостиглі: ДК 315 (ФАО 310), ДКС 4082 (ФАО 330). 2. Висівали три відмінні за масою фракції насіння (фактор В): М – мілка, S – середня (контроль) та V – велика. 3. Глибина загортання насіння (фактор С) 4-5, 7-8 та 10-11 см.

Для формування фракції насіння за розмірами зернин використовували решета із круглими отворами різних діаметрів: до великої фракції відносили насіння гібриду сходу решіт з отворами 8 і 9 мм, його частка складала відповідно 13,2 та 13,4 % від загальної маси, частка середньої (решета з отворами 6; 7 мм) фракції складала 71,7-78,8 %, а дрібної (5,0-5,5 мм) – 7,8-15,1 %. Сівбу проводили із густиною стояння 75 тис. шт./га.

Дослід 3. Вивчення впливу позакоренових підживлень гібридів кукурудзи на продуктивність та комплекс господарсько-цінних ознак (2011-2013 рр.). *Схема досліду:* 1. Сівбу проводили гібридами різних груп стиглості (фактор А): ранньостиглими Харківський 195 МВ (ФАО 190), ДКС 2960 (ФАО 250), ДКС 2949 (ФАО 190), ДКС 2971 (ФАО 200), середньоранніми – ДКС 3472 (ФАО 270), ДКС 3420 (ФАО 280), Переяславський 230 СВ (ФАО 230), ДКС 3871 (ФАО 280) та середньостиглими – ДК 391 (ФАО 320), ДК 440 (ФАО 350), ДКС 4964 (ФАО 390), ДК 315 (ФАО 310); 2. Кількість позакоренових підживлень (фактор В): одне позакореневе підживлення у фазу 5-7 листків кукурудзи, два позакоренових підживлення у фази 5-7 та 10-12 листків кукурудзи та контроль (підживлення водою). 3. Проведення підживлень (фактор С) бактеріальним препаратом Біомаг, мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза, регулятором росту рослин Вимпел;

Визначали інтенсивність транспірації, вміст азоту фосфору, калію, цинку та хлорофілу. Вимірювання площі листової поверхні для кукурудзи та параметрів окремих ярусів листків.

Дослід 4. Вивчення впливу сумісного застосування бактеріального препарату та мікродобрив на продуктивність та комплекс господарсько-цінних ознак гібридів кукурудзи (2015-2017 рр.).

Схема досліду: Для сівби використовували гібриди різних груп стиглості (фактор А): 1. Гібриди кукурудзи: ранньостиглі – Харківський 195 МВ (ФАО 190), ДКС 2971 (ФАО 200), середньоранні – ДКС 3795 (ФАО 250), ДКС 3871 (ФАО 280), середньостиглі – ДК 315 (ФАО 310), ДК 440 (ФАО 350); 2. Кількість позакоренових підживлень (фактор В): одне позакореневе підживлення у фазу 5-7

листіків кукурудзи, два позакореневих підживлення у фази 5-7 та 10-12 листків кукурудзи та контроль (підживлення водою); 3. Сумісне застосування препаратів для підживлення (фактор С): бактеріальним препаратом Біомаг, мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза і їх сумішами – Біомаг + Росток кукурудза та Біомаг + Еколист Моно Цинк.

Робочі розчини мікродобрив, регуляторів росту та бактеріальних препаратів готували безпосередньо перед їхнім застосуванням, розчиняючи їх у воді з температурою 15-20 °С, внесення проводили в ясну (недощову) погоду, за температури повітря 15-20 °С (вранці до 10 год. або у вечірній час після 18-19 год.). Визначення вмісту крохмалю проводили за допомогою поляриметра із точністю 0,1 % згідно ДСТУ 46.045:2003 «Зерно. Методи визначення умовної крохмалистості» 25.07.2003 №250. Фізіологічну стиглість зерна визначали за методикою M. Cristea, D. Funduianu, S. Reichbuch (1978).

ЗАЛЕЖНІСТЬ ФОРМУВАННЯ АГРОФІТОЦЕНОЗУ КУКУРУДЗИ ВІД УМОВ ВЕГЕТАЦІЇ ТА ФАКТОРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Тривалість окремих міжфазних періодів вегетаційного періоду гібридів кукурудзи. За сівби ранньостиглих, середньоранніх та середньостиглих гібридів період «сівба-сходи» складав – 10 днів, водночас тривалість періоду «сходи-цвітіння качанів» істотно залежала від групи стиглості гібридів – 56 днів для ранньостиглої групи, 64 для середньоранньої та 68 днів для середньостиглої, відповідно. Використання раннього строку сівби забезпечило тривалість періоду проростання 15-20 днів, середнього – 8-13 та пізнього – 6-9 днів. Добра забезпеченість теплом спостерігалася за пізнього строку сівби, що сприяло скороченню тривалості проростання насіння гібридів кукурудзи на 9-14 днів.

Тривалість періоду «сходи-цвітіння качанів» у досліджуваних гібридів кукурудзи в середньому за раннього строку сівби склав 64 днів, середнього – 62 дні та пізнього – 61 днів. Запізнення із проведенням сівби забезпечує скорочення тривалості періоду «цвітіння качанів-повна стиглість» на 1-2 дні, що негативно відображається на кількості органічної речовини, яка формується в процесі фотосинтезу. За пізнього строку сівби кукурудзи тривалість періоду вегетації скорочується на 4-5 діб порівняно з раннім та на 2-3 доби – відносно середнього строку сівби.

Тривалість вегетації змінювалася за роками досліджень і обумовлювалася погодними умовами: у 2012 р. (119 днів) порівняно з 2011 (122 дні) та 2013 рр. (121 день), що пов'язано, перш за все, із високими температурами та дефіцитом вологи впродовж липня-серпня місяця та зменшувався на 1-3 доби порівняно із 2011 р.

Особливості ростових процесів гібридів кукурудзи залежно від розмірів фракції та глибини загортання насіння. Сівба насінням дрібної фракції забезпечила тривалість періоду «сівба-сходи» в межах 11 діб, середньої та великої – 11-12 днів. За сівби насінням великої фракції тривалість періоду «сходи-цвітіння качанів» збільшилася порівняно з середньою – на 1-2 дні, а відносно дрібної – на 1-3 дні за відповідного подовження тривалості періоду «сходи-цвітіння». Різниця тривалості міжфазного періоду «цвітіння качанів-повна стиглість зерна» між

дрібною, середньою та великою фракцією насіння склала 1-2 дні. У зв'язку із цим використання для посіву середньої та великої фракції насіння забезпечує подовження тривалості даного періоду на 1-3 дні порівняно з дрібною фракцією насіння.

Збільшення глибини загортання насіння до 10-11 см подовжувало тривалість періоду «сівба-сходи» на 2 дні порівняно із мілкою глибиною загортання на 4-5 см, тоді як збільшення її до 7-8 см призводила до подовження тривалості міжфазного періоду «сходи-цвітіння качанів» на 1 добу. Скорочення тривалості періоду «сходи-цвітіння качанів» на 1-3 дні спостерігалось за сівби насінням на глибину 10-11 см, порівняно з 4-5 см. Сівба на мілку глибину (4-5 см) загортання насіння забезпечила тривалість періоду «цвітіння качанів-повна стиглість зерна» – 60 днів, середньої (7-8 см) – 61 день, глибокої (10-11 см) – 60 днів, або знаходилась в межах 53-66 днів за глибини загортання 4-5 см та 52-65 днів за глибини загортання 7-8 та 10-11 см. Збільшення глибини загортання насіння сприяє скороченню періоду «цвітіння качанів-повна стиглість зерна» на 1-3 дні, або в середньому у досліджуваних гібридів на 1-2 дні, тривалості вегетаційного періоду на 1-3 дні, а збільшення до 10-11 см скорочує вегетаційний період на 2-4 дні.

Вплив розмірів фракції та глибини загортання насіння гібридів кукурудзи на польову та лабораторну схожість. Схожість насіння дрібної фракції на 1-5 % нижча, ніж схожість великої фракції, при чому різниця між дрібною та середньою фракціями насіння за схожістю не перевищувала 1-2 %. Збільшення глибини загортання до 10-11 см дрібної фракції насіння незалежно від гібриду призвела до зниження польової схожості відносно глибини 7-8 см (контроль) на 2-7 %, натомість для великої фракції насіння цей фактор не мав такого впливу і зміна показника: польової схожості не перевищувала 1-3 %.

Адаптивні характеристики гібридів кукурудзи. Встановлено, що найвищі темпи росту у 2014-2016 рр. на початкових етапах розвитку були у таких гібридів, як: ДКС 2971 та ДКС 3795. Ці гібриди мали вищу конкурентоспроможність порівняно з бур'янами за фактори життя. Повільний початковий ріст та розвиток відмічали у таких гібридів, як: ДКС 2960 та ДКС 4082 (табл. 2).

Таблиця 2

**Характеристика гібридів кукурудзи за господарсько-цінними ознаками
(середнє за 2014-2016 рр.)**

№ з/п	Назва гібриду	Група стиглості	Темпи росту, бал	Ремонтантність, бал	Тип ремонтантності	Посухо-стійкість, бал
1	ДКС 2960	РС*	7,0	6,0	1	9,0
2	ДКС 2971	РС*	9,0	6,0	1	9,0
3	ДКС 3472	СР**	7,5	8,0	1	8,0
4	ДКС 3795	СР**	8,0	7,0	1	8,0
5	ДК 315	СС***	7,5	7,5	1-2	6,0
6	ДКС 4082	СС***	7,0	9,0	2	6,0

Примітка: РС* - ранньостигла, СР** - середньорання, СС*** - середньостигла група.

Найвищий бал ремонтантності, за роки дослідження, встановлений у гібридів: ДКС 4082 та ДКС 3472. Стійкими до дефіциту вологи (посушливих умов) у фазі 5-7 листків виявилися ранньостиглі гібриди: ДКС 2971 та ДКС 2960.

Найхолодостійкими у період проростання виявилися гібриди: ДК 315, ДКС 2971 та ДКС 4082, які не знижували темпів росту й розвитку за низьких позитивних температур, які були характерними для вегетаційного періоду 2014 р. (кінець квітня).

ФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОСІВУ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВЕГЕТАЦІЇ ТА ФАКТОРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Вплив умов вегетації та факторів технології вирощування на загальну площу листової поверхні, верхнього та прикачаного листків гібридів кукурудзи. Загальна площа листової поверхні, площа верхнього та прикачаного листків гібридів кукурудзи залежала від груп стиглості, особливостей гібридів та строків сівби (рис. 1). Навіть у межах однієї групи стиглості окремі гібриди характеризувалися підвищеними показниками.

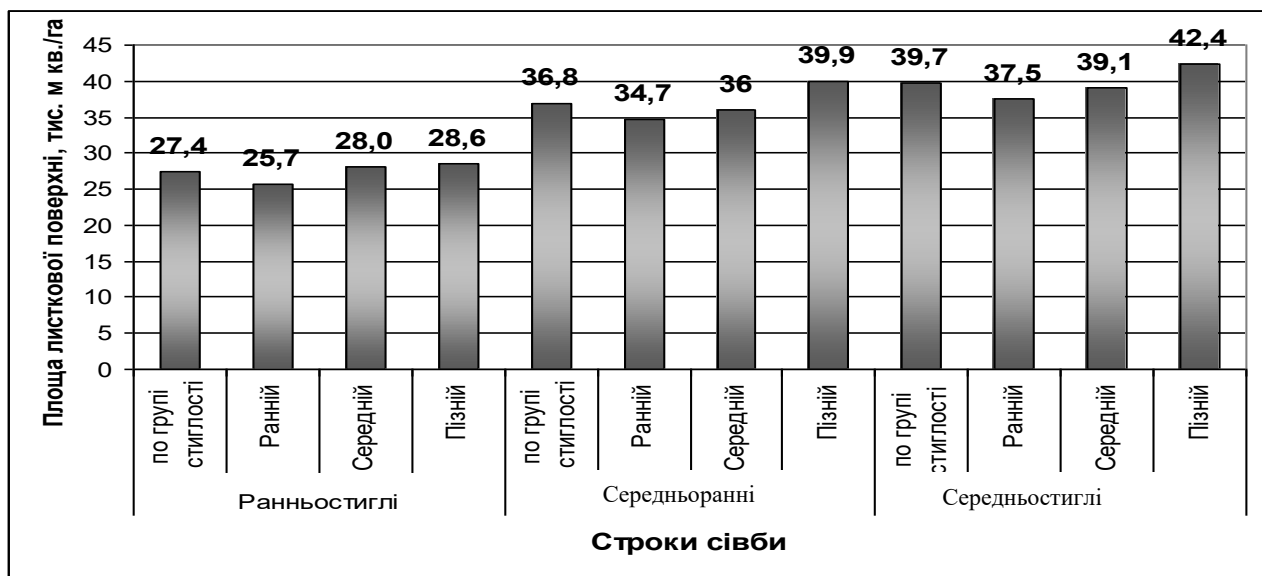


Рис. 1 Площа листової поверхні залежно від групи стиглості гібридів та строку їх сівби, тис. м²/га (середнє за 2011-2013 рр.)

Площа листової поверхні та верхнього листка була істотно більшою порівняно зі стандартами у гібридів: ранньостиглої групи ДКС 2787 – 31,0 тис. м²/га та 141 см² (стандарт ДКС 2971 – 28,6 тис. м²/га та 125 см²), середньостиглої групи ДКС 4964 – 40,8 тис. м²/га та 171 см² – стандарт ДК 315, відповідно – 38,0 тис. м²/га та 153 см² (НІР₀₅ гібрид = 1,7 тис. м²/га та 6 см²).

Встановлено, що площа прикачаного листка в ранньостиглої групи гібридів кукурудзи була істотно більшою у гібрида ДКС 2787, тоді як у середньостиглої групи виділилося три гібрида ДК 440, ДКС 4964 та ДКС 4626.

Лише в одного гібрида ДКС 3420 площа листової поверхні та верхнього листка наближалася до стандарту і становила 38,7 тис. м²/га та 156 см², у

стандарту ДКС 3871 вона була 39,2 тис. м²/га та 153 см². Використання гібридів, що характеризуються підвищеною площею листкової поверхні та окремих ярусів листків дозволить отримати максимальну площу листкової поверхні на одиниці площі, що забезпечить підвищення продуктивності кукурудзи.

У групі ранньостиглих гібридів загальна площа листкової поверхні становила 27,4 тис. м²/га, середньоранніх – 36,8 тис. м²/га та середньостиглих – 39,7 тис. м²/га (НІР₀₅ група стиглості = 1,2 тис. м²/га), площа верхнього листка, відповідно – 119, 149 та 167 см², прикачанного листка – 485, 585 та 640 см². Тобто подовження тривалості вегетаційного періоду сприяє збільшенню площі листкової поверхні на 2,8-12,2 тис. м²/га, верхнього листка на 30-48 см², а прикачанного листка на 52-155 см² порівняно з ранньостиглою групою. У гібридів середньостиглої групи визначили найбільше значення площі листкової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків які коливались, відповідно – в межах 37,5-42,4 тис. м²/га, 152-186 та 550-703 см².

За раннього строку сівби площа листкової поверхні у гібридів ранньостиглої групи становила 25,7 тис. м²/га, або була істотно меншою, ніж за середнього строку сівби, відповідно за групами стиглості – на 2,3, 1,3 та 1,6 тис. м²/га. За пізнього строку сівби площа листкової поверхні була більшою не лише порівняно з раннім строком, а і з середнім (НІР₀₅ строк сівби = 1,2 тис. м²/га). За середнього та пізнього строків сівби площа листкової поверхні збільшувалася на 10-15%, відносно раннього строку. Аналогічну залежність спостерігали з площею верхнього та прикачанного листків залежно від строків сівби. Найбільшими вони були за пізнього строку сівби.

На загальну площу листкової поверхні, площу верхнього та прикачанного листків впливали умови року. Найвищими ці показники були визначені у 2011 р., який характеризувався сприятливішими умовами за температурним режимом і зволоженням порівняно з 2012 та 2013 рр. Так, загальна площа листкової поверхні у 2011 р. становила 38,2 тис. м²/га, у 2012 р. – 29,5, а 2013 р. – 36,3 тис. м²/га.

Між загальною площею листкової поверхні та площею верхнього листка і між загальною площею листкової поверхні та площею прикачанного листка встановлено прямі тісні кореляційні зв'язки. Коефіцієнт кореляції становить відповідно 0,71 і 0,90 та між площею верхнього та прикачанного листків встановлена пряма середня кореляція, коефіцієнт кореляції становить 0,46.

Встановлено залежність площі листкової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків від застосування позакореневих підживлень. Як одноразове, так і дворазове позакореневе підживлення всіма препаратами, за виключенням Вимпела, забезпечило достовірне збільшення цих показників у всіх гібридів ранньостиглої групи, порівняно з контролем.

За позакореневого підживлення гібрида ДКС 2949 препаратом Еколист Моно Цинк одержано найбільше збільшення площі листкової поверхні 4,7 тис. м² на 1 га та площі прикачанного листка на 74 см² відносно контролю. Позакореневе підживлення гібридів кукурудзи ранньостиглої групи препаратом Біомаг також забезпечило достовірне збільшення площі листкової поверхні, верхнього та прикачанного листка але рівень його був меншим.

Достовірно збільшилася площа верхнього листка всіх гібридів незалежно від

препарату, яким проводили підживлення. Площа прикачанного листка кукурудзи збільшилася лише в гібрида Харківський 195 МВ за обробки препаратом Біомаг, гібрида ДКС 2960 – препаратами Біомаг і Вимпел та гібрида ДКС 2971 препаратами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза.

Препарати Біомаг, Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза як за одноразового, так і за дворазового позакореневого підживлення незалежно від гібридів забезпечували достовірне збільшення загальної площі листової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків. Найбільше значення площі листової поверхні та верхнього листка відмічено за позакореневих підживлень цинкмістим добривом Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза, що підтверджує важливість для кукурудзи такого мікроелементу, як цинк.

В групі середньостиглих гібридів кукурудзи значення площі листової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків було найвищим, порівняно з гібридами ранньостиглої та середньоранньої груп стиглості, навіть в контролі: загальна площа листової поверхні становила: ДКС 391 – 36,7 тис. м²/га, ДКС 440 – 36,4 тис. м²/га, ДКС 4964 – 38,2 тис. м²/га та ДК 315 – 36,4 тис. м²/га, площа верхнього листка – відповідно гібридах 188, 182, 189 та 192 см², площа прикачанного листка – 522, 553, 549 та 538 см². Одноразове та дворазове позакореневе підживлення всіма препаратами забезпечило достовірне збільшення загальної площі листової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків на всіх гібридах середньоранньої групи, порівняно з контролем.

Гібриди кукурудзи по різному реагували на позакореневе підживлення залежно від препарату. Наприклад, позакореневе підживлення кукурудзи гібрида ДКС 391 препаратом Еколист Моно Цинк забезпечило достовірне збільшення площі листової поверхні за одноразового підживлення на 3,6 тис. м²/га, дворазового на 4,9 тис. м²/га, водночас від як застосування цього препарату для підживлення гібрида ДКС 4964 збільшення площі листового апарату було меншим і становило відповідно – 2,9 та 3,7 тис. м²/га (НІР_{0,05} гібрид = 0,7 тис. м²/га). Аналогічні результати отримали і по інших гібридах не лише з площі листового апарату, а і площі верхнього та прикачанного листків залежно від позакореневих підживлень.

Кількість позакореневих підживлень також впливала на збільшення загальної площі листової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків. Але, гібриди середньоранньої групи стиглості по різному реагували на цей агрозахід. Наприклад, дворазове позакореневе підживлення у фази 5-7 та 10-12 листків кукурудзи забезпечило достовірне збільшення загальної площі листової поверхні кукурудзи гібрида ДК 391 всіма препаратами, крім препарату Вимпел, гібрида ДК 440, препарату Еколист Моно Цинк, гібрида ДКС 4964, препарату Росток кукурудза та гібрида ДК 315.

Важливо було дослідити залежності площі листової поверхні, площі верхнього і прикачанного листків від глибини загортання та розмірів фракції насіння гібридів різних груп стиглості. З'ясовано, що площа листової поверхні залежала від групи стиглості, розмірів фракції насіння (рис. 2), біологічних особливостей гібрида та глибини його загортання.

Площа листової поверхні становила у гібридів ранньостиглої групи

DKC 2960 – 26,1 тис. м²/га та DKC 2971 – 27,8 тис. м²/га, середньоранньої групи вона сформована більшою і склала – DKC 3472 – 31,8 тис. м²/га та DKC 3795 – 30,3 тис. м²/га, а в групі середньостиглих гібридів вона була найбільшою – DK 315 – 33,4 тис. м²/га і DKC 4082 – 33,2 тис. м²/га (НІР_{0,05} гібрид = 0,7 тис. м²/га).

Аналогічне збільшення спостерігали і за площею верхнього листка у цих гібридів. Між гібридами кукурудзи також встановили відмінність у формуванні площі прикачаного листка, навіть у межах однієї групи стиглості, але різниця була не істотною.

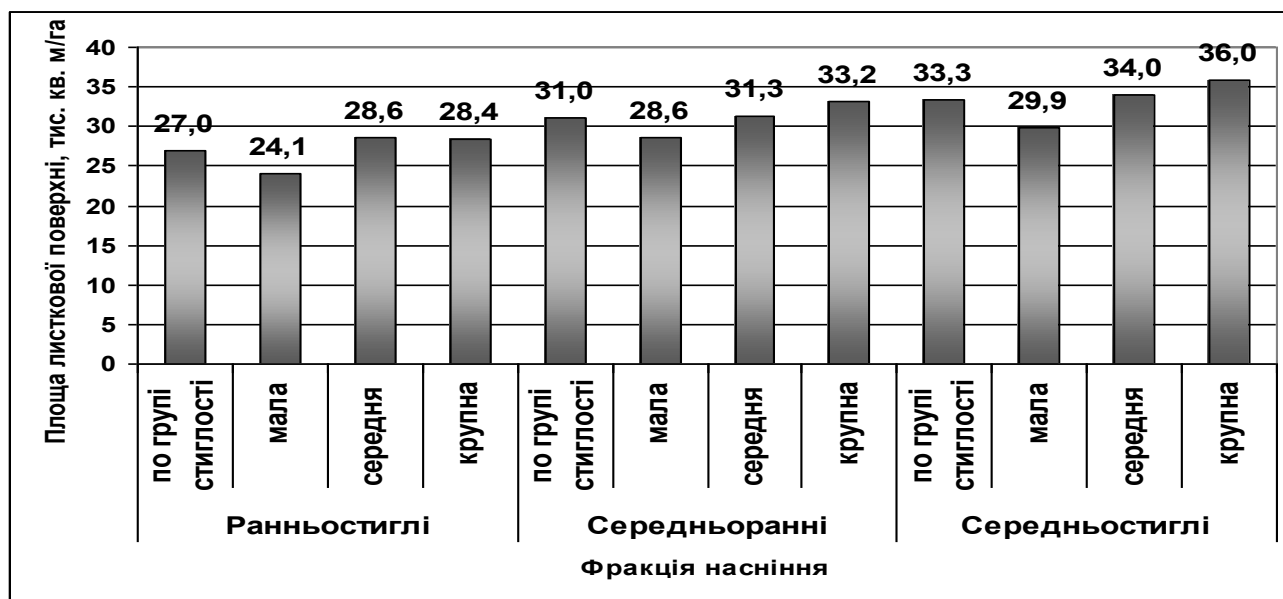


Рис. 2 Площа листкової поверхні залежно від груп стиглості та фракції насіння (середнє за 2014-2016 рр.), тис. м²/га

Зі збільшенням фракції насіння площа листкової поверхні гібридів збільшувалася. За сівби насінням мілкої (М) фракції вона становила 27,5 тис. м²/га, середньої (S) – 31,3 тис. м²/га та великої (V) 32,5 тис. м²/га. Зростання значення загальної площі листкової поверхні за використання великої (V) фракції насіння порівняно з дрібною (М) становило 3,7-7,0 тис. м²/га.

Розміри насіння також істотно впливали на величину площі прикачаного листка. Так, сівба насінням дрібної (М) фракції забезпечила площу прикачаного листка 558 см², середньої (S) – 593 та 615 см² великої (V).

Виявлено вплив глибини загортання насіння на площу прикачаного листка, яка за глибини загортання насіння 10-11 см зменшилась на 20-42 см² відносно оптимальної глибини загортання насіння (7-8 см).

Інтенсивність транспірації у гібридів кукурудзи залежно від позакоренових підживлень. На основі інтенсивності випаровування води в процесі фотосинтезу, яку кукурудза виділяє у навколишнє середовище, можна оцінити інтенсивність утворення сухої речовини. Встановлено, що інтенсивність транспірації залежала від груп стиглості гібридів кукурудзи. Гібриди ранньостиглої групи характеризувалися найбільшою інтенсивністю транспірації і, навпаки, гібриди середньостиглої групи – найменшою інтенсивністю транспірації (рис. 3).

Інтенсивність транспірації гібридів кукурудзи істотно залежала від їх

біологічних особливостей. Навіть гібриди однієї групи стиглості істотно різнилися за інтенсивністю транспірації. У групі ранньостиглих гібридів у середньому за три роки досліджень інтенсивність транспірації становила: Харківський 195МВ – 64,5, ДКС 2960 – 60,1, ДКС 2949 – 57,9 та ДКС 2971 – 69,1 г×м²/год (НІР_{0,05} гібрид = 0,86 г×м²/год). Одноразове та дворазове позакореневі підживлення забезпечили істотне посилення інтенсивності транспірації гібридів кукурудзи ранньостиглої групи. Найвищу інтенсивність транспірації виявлено за позакореневого підживлення препаратом Еколист Моно Цинк у всіх гібридів ранньостиглої групи.

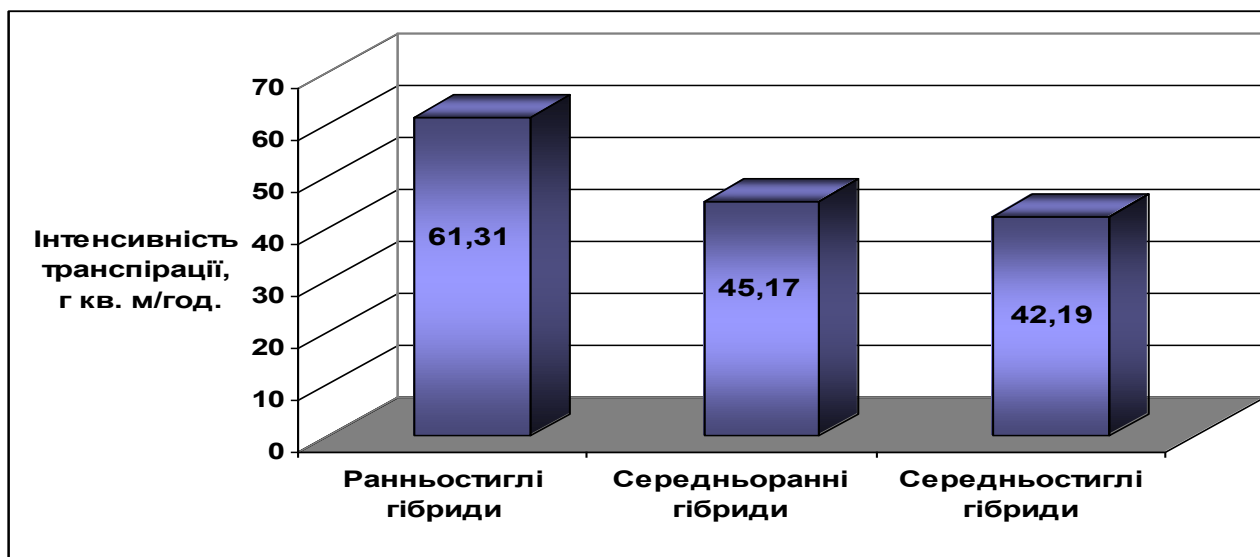


Рис. 3 Інтенсивність транспірації залежно від груп стиглості, г×м²/год. (середнє за 2011-2013 рр.)

Зокрема проведення позакореневого підживлення препаратом Біомаг у рослин гібрида Харківський 195 МВ інтенсивність транспірації була найвищою і становила 68,94 г×м²/год, водночас як за обробки рослин гібрида ДКС 2949 цей показник був нижчим і склав 58,02 г×м²/год, а достовірно вищим цей показник був за обробки препаратом Еколист Моно Цинк.

Встановлено, що дворазове позакореневе підживлення всіма препаратами забезпечило достовірне посилення інтенсивності транспірації порівняно з контролем, і з одноразовим підживленням, за виключенням підживлення рослин гібрида Харківський 195 МВ препаратом Біомаг та гібрида ДКС 2949 препаратами Еколист Моно Цинк та Вимпел. Найбільшу інтенсивність транспірації визначали за використання бактеріального препарату Біомаг та мікродобрих Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза. Посилення інтенсивності транспірації середньоранніх гібридів кукурудзи порівняно з контролем становило, в середньому – 0,69-2,26 г×м²/год. Аналогічні результати отримали і за позакореневого підживлення гібридів кукурудзи середньостиглої групи.

Вміст хлорофілу залежно від сортових особливостей та позакорневих підживлень. На продуктивність фотосинтетичної діяльності крім площі листової поверхні суттєво впливав вміст хлорофілу, який визначали у фазі молочно-воскової стиглості зерна кукурудзи. З'ясовано, що вміст хлорофілу істотно залежав від групи стиглості та найбільше хлорофілу в листку забезпечили

середньостиглі гібриди кукурудзи, а найменше – ранньостиглі (рис. 4).

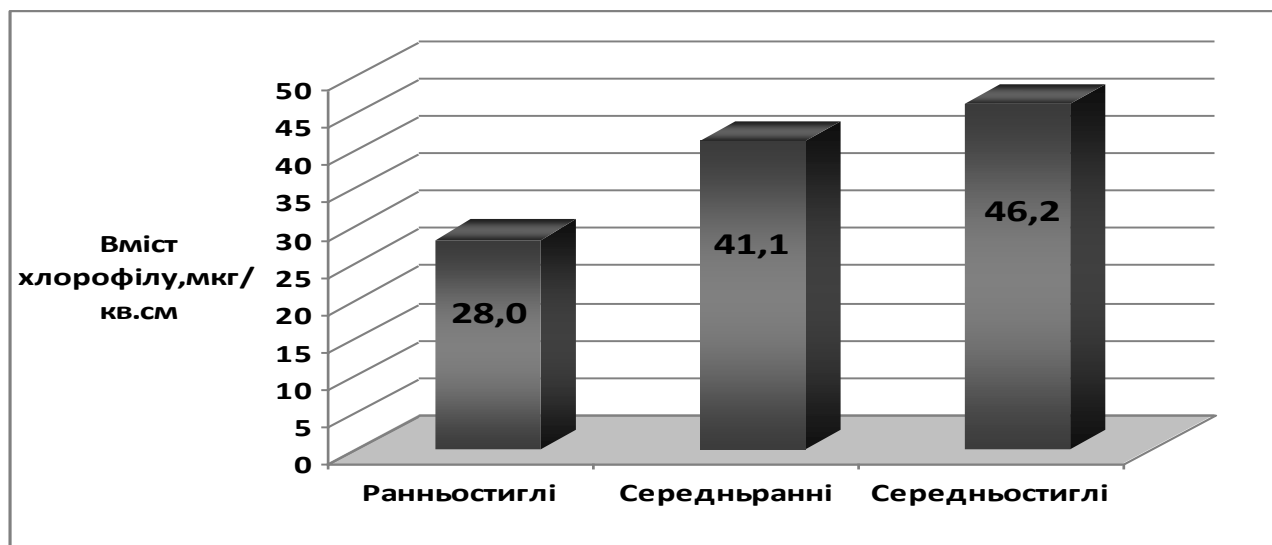


Рис. 4 Вміст хлорофілу залежно від груп стиглості гібридів кукурудзи, мкг/см² (середнє за 2011-2013 рр.)

Вміст хлорофілу у рослинах кукурудзи істотно залежав від біологічних особливостей гібридів. Та найбільш достовірне його збільшення забезпечило дворазове позакореневе підживлення всіх гібридів препаратом Біомаг. Підживлення іншими препаратами також забезпечило істотне збільшення хлорофілу (на 5-36 %) порівняно з контролем, але рівень його був значно меншим, ніж за підживлення препаратом Біомаг.

Хімічний склад органічної речовини вегетативних органів рослин гібридів кукурудзи. Встановлено, що вміст хімічних елементів у сухій речовині зеленої маси кукурудзи залежить від груп стиглості гібридів та позакорневих підживлень мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза, бактеріальним препаратом Біомаг та регулятором росту рослин Вимпел (рис. 5).

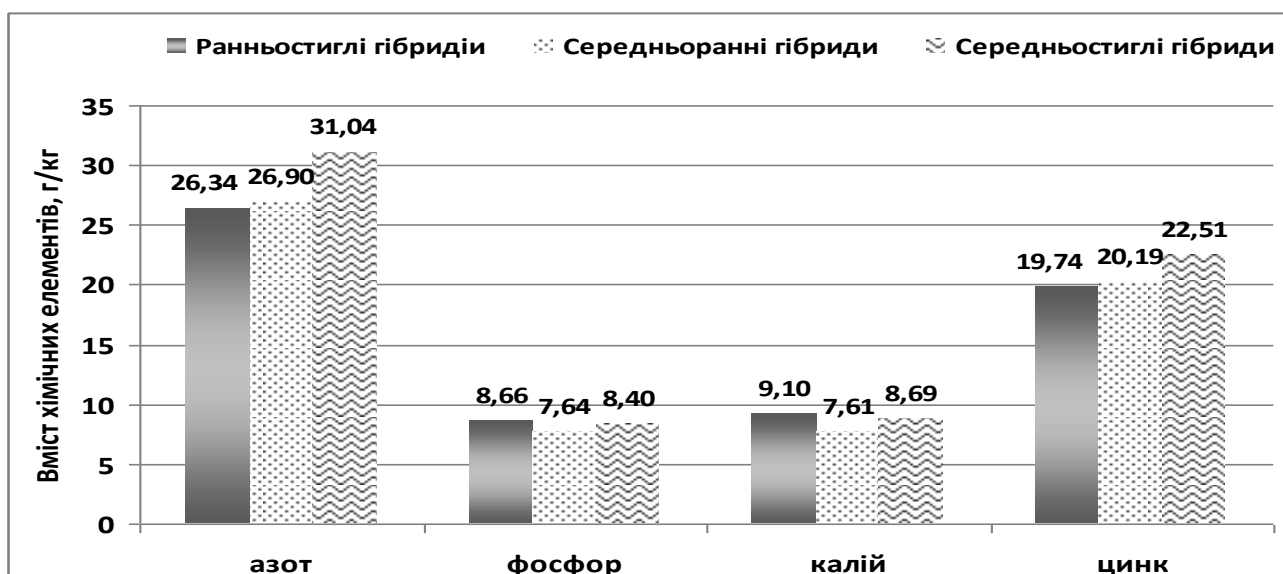


Рис. 5 Вміст хімічних елементів у гібридів кукурудзи залежно від груп їх стиглості

Найбільший вміст фосфору та калію відмічено у рослинах ранньостиглих гібридів, а азоту і цинку – в рослинах середньостиглих гібридів кукурудзи, тоді як у середньоранніх гібридів він був значно нижчим.

Позакореневе підживлення, сприяло збільшенню вмісту азоту, калію та цинку сухої речовини усіх гібридів кукурудзи ранньостиглої групи стиглості та найбільший відсоток отримали за дворазового позакореневого підживлення у фазі 5-7 до 10-12 листків кукурудзи мікродобривом Еколист Моно Цинк, а найменше за обробки рослин регулятором росту Вимпел.

За дворазового підживлення кількість азоту, фосфору, калію та цинку (у 2,0-4,5 рази) істотно збільшилася як порівняно з контролем, так і з одноразовим підживленням. Найвищі показники отримали за дворазового підживлення кукурудзи препаратами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза, порівняно з одноразовим.

ХАРАКТЕРИСТИКА МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК РОСЛИН І КАЧАНІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВЕГЕТАЦІЇ ТА ФАКТОРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Вплив умов вегетації та строків сівби на лінійні розміри рослин і висоту закладання качанів у гібридів кукурудзи. Встановлено значний вплив на висоту рослин кукурудзи та кріплення качанів залежно від групи стиглості, біологічних особливостей гібриду і строків сівби. Висота кріплення качанів у гібридів кукурудзи суттєво залежала від висоти рослин: із збільшенням її зростала і висота закладання качанів. У групі ранньостиглих гібридів кукурудзи висота рослин склала – 250,3 см, середньоранніх – 271,5 см, середньостиглих – 277,6 см ($HP_{0,05}$ група стиглості = 3,0 см), а висота кріплення качанів, відповідно – 77,4 см, 93,9 см та 98,1 см. Подовження тривалості вегетаційного періоду призводило до збільшення як висоти рослин, так і закладання качанів.

Висота рослин за раннього строку сівби у ранньостиглих гібридів кукурудзи становила 255,7 см, середньоранніх – 278,9 та середньостиглих – 283,3 см. За середнього та пізнього строку сівби відповідно 250,7, 270,2, 278,8 см та 244,6, 265,3, 270,7 см ($HP_{0,05}$ строк сівби = 3,0 см). За пізнього строку сівби середньостиглих гібридів кукурудзи висота закладання качанів зменшувалась на 29,5 см.

Висота закладання качанів за раннього строку сівби становила у ранньостиглих гібридів – 83,3 см, середньоранніх – 100,2 см, середньостиглих – 104,3 см, за другого строку сівби – 77,8 см, 93,7 та 99,3 см, а за пізнього – 71,2 см, 87,9 та 90,6 см, відповідно до груп стиглості.

Для прояву лінійних розмірів рослин та висоти кріплення качанів погодні умови найсприятливішими були в 2011 та 2013 рр., а 2012 р. характеризувався стресовими умовами у другий період вегетації, особливо для пізнього строку сівби, що суттєво вплинуло на зменшення висоти рослин та кріплення качанів у гібридів кукурудзи.

Варіювання висоти рослин, кріплення качанів (табл. 3) за коефіцієнтом варіації (V) та вирівняністю в сукупності досліджуваних гібридів кукурудзи були низькими і становили за роками від $V=6,30$ до 6,97.

Коефіцієнт варіації для висоти рослин є не значним і суттєво не

відрізняється, який за раннього строку сівби коливався в межах 6,5-6,8%, середнього та пізнього на рівні 6,3-6,5% у 2011 та 2013 рр., тоді як найвищі показники отримали за погодних умов 2012 року – 6,89-6,97%.

Таблиця 3

Статистичні показники лінійних розмірів рослин та кріплення качанів у кукурудзи залежно від строку сівби

Показники	Строк сівби	Висота рослин, см			Висота кріплення качанів, см		
		2011 р.	2012 р.	2013 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.
$X_{\text{ср.}} \pm S_x$	Ранній*	277,2±18,93	268,0±18,46	272,6±17,83	94,3±14,0	95,6±9,5	97,9±13,5
	Середній	273,5±17,73	259,1±17,95	267,1±16,92	89,5±14,1	88,6±9,6	92,7±12,8
	Пізній	268,8±18,26	249,3±17,38	262,5±16,54	84,6±14,3	78,5±8,6	86,7±11,3
Lim $X_{\text{ср}}$	Ранній	234,9-309,4	209,1-293,9	226,6-286,8	75,8-117,7	73,8-107,9	72,2-114,7
	Середній	233,6-303,2	237,1-285,2	225,6-285,9	69,8-109,7	80,5-103,7	67,8-107,0
	Пізній	229,8-294,3	205,1-272,9	220,3-279,7	59,2-106,4	62,9-87,6	64,4-98,3
σ	Ранній	19,4	22,0	15,7	10,9	8,9	11,1
	Середній	18,1	12,5	15,7	10,4	6	10,2
	Пізній	16,8	17,6	15,4	12,3	6,4	8,8
V, %	Ранній	6,83	6,89	6,54	14,85	9,94	13,79
	Середній	6,48	6,93	6,33	15,75	10,84	13,81
	Пізній	6,79	6,97	6,30	16,90	10,96	13,03

Примітка: * - Рівень температурного режиму ґрунту (РТГ) $t=+8^{\circ}\text{C}$; ** (РТГ) $t=+10^{\circ}\text{C}$; *** (РТГ) $t=+12^{\circ}\text{C}$.

Встановлено, що за раннього строку сівби (2011 р.) висота рослин кукурудзи була найбільшою 234,9-309,4 см та найменший (2013 р.) забезпечив пізній строк сівби 205,1-272,9 см. Аналогічні зміни величини спостерігали і за висотою кріплення качанів. Варіювання показників висоти між роками обумовлювалось погодними умовами та в наявності сукупності гібридів з різною величиною прояву даних показників.

Вплив позакореневих підживлень на висоту рослин, кріплення та довжину ніжки качанів. Позакореневі підживлення сприяли збільшенню висоти рослин на 0,5-1,0 см, кріплення качанів на 0,5-1,2 см та довжини ніжки качана на 0,3-0,4 см у гібридів ранньостиглої групи. Найбільшими ці показники визначені за дворазового підживлення у фази 5-7 та 10-12 листків кукурудзи. Аналогічні результати одержали у гібридів інших груп стиглості.

Морфологічна характеристика рослин та качанів у гібридів кукурудзи залежно від фракції насіння та глибини його загорання. За сівби насінням великої фракції висота рослин збільшилася на 12,9-18,1 см, висота кріплення качанів – на 6,7-13,0 см порівняно із сівбою насінням дрібної фракції. Найсприятливішою для формування лінійних розмірів рослин була глибина загорання насіння 7-8 см, яка забезпечила найвищі значення висоти рослин (243,6-276,5 см) та висоти кріплення качанів (94,2 см). Збільшення, або зменшення глибини загорання насіння, знижували показники лінійних розмірів рослин.

За несприятливого волого забезпечення періоду вегетації 2015 р. спостерігалось зменшення лінійних розмірів рослин, висоти закладання та

довжини ніжки качанів, порівняно із 2014 та 2016 рр.

ШКІДНИКИ ТА ХВОРОБИ НА ПОСІВАХ ВИСОКОКРАХМАЛИСТИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Стійкість гібридів кукурудзи до основних хвороб і шкідників залежно від умов вегетації та строків сівби. За роки досліджень не виявлено ознак ураження рослин гібридів кукурудзи гелмінтоспоріозом залежно від умов вегетації. Спостерігалось ураження рослин кукурудзи летючою сажкою за раннього строку сівби 2,0% та не виявлено за другого, тоді як за пізнього від 2,0 до 8,0% залежно від групи стиглості гібридів кукурудзи та погодних умов.

Встановлено, що група стиглості, біологічні особливості гібридів та строки сівби істотно впливали на стійкість гібридів кукурудзи до ураження пухирчастою сажкою, пошкодження стебловим кукурудзяним метеликом та до вилягання. Кількість рослин уражених пухирчастою сажкою у групі ранньостиглих гібридів становила – 1,6 %, середньоранніх та середньостиглих гібридів 1,0 %. Виявлено, що стебловим кукурудзяним метеликом пошкоджуються усі гібриди не залежно від групи стиглості, кількість пошкоджених рослин в групі ранньостиглих гібридів становила 10,5 %, середньоранніх – 8,3 %, середньостиглих – 9,2 % та полеглих рослин – 11,1, 9,0 та 6,2 %, відповідно до груп стиглості. Гібриди із тривалішим вегетаційним періодом, за рахунок краще розвиненої механічної тканини нижньої частини стебла, мають вищу стійкість до вилягання порівняно із ранньостиглими формами.

Встановлено збільшення кількості пошкоджених рослин стебловим кукурудзяним метеликом (15,6 %) у групі середньостиглих гібридів за раннього строку сівби.

У кожній групі стиглості визначено гібриди кукурудзи, які характеризувалися незначним пошкодженням рослин стебловим кукурудзяним метеликом. Найменшу кількість полеглих рослин у групі ранньостиглих гібридів, за роки досліджень, відмічено у гібридів ДКС 2960 – 4,9 % та ДКС 2971 – 7,4 %, середньоранніх – ДКС 3476 – 4,6 та 8,2% Переяславський 230СВ, у середньостиглих ДКС 4964 – 3,6 %, ДКС 4626 – 4,9 %, ДК 391 – 5,1 % та ДК 440 – 5,8%.

Спостереження показали, що за раннього строку сівби кількість уражених рослин пухирчастою сажкою склала для ранньостиглої групи – 1,6 %, середньоранньої – 0,9 %, середньостиглої – 1,0 %, тоді як за другого строку сівби, відповідно – 0,8, 0,5 та 0,4 % та 2,5, 1,7 та 1,5 % за пізнього строку сівби. Найбільше рослин пошкоджених стебловим кукурудзяним метеликом отримали у групі ранньостиглих гібридів – 14,8 %, середньоранніх – 13,8 %, середньостиглих – 15,6 %, за другого строку – 8,6, 6,5 та 7,9 %, а за пізнього строку сівби – 8,0, 4,6 та 4,0 %, відповідно до груп стиглості.

На кількість рослин уражених пухирчастою сажкою істотно впливали умови року, зокрема кількість рослин уражених пухирчастою сажкою зростала за другого та третього строків сівби у 2012 р., що зумовлено сприятливими погодними умовами для розвитку збудника. Кількість пошкоджених стебловим кукурудзяним метеликом рослин у 2011 р. за раннього строку сівби склала 24,6 %,

середнього – 15,2 % та пізнього – 9,2 %. Аналогічні результати отримали у 2012 р. та у 2013 р. як за пошкодженням стебловим метеликом, так і за кількістю полеглих рослин.

Кількість пошкоджених стебловим кукурудзяним метеликом рослин кукурудзи у кременисто-зубовидного підвиду становила 23,6 %, 11,8 та 6,4 %, а гібридів із зубовидним зерном – 26,0 %, 7,8 % та 12,5 %, відповідно за роками (табл. 4).

Таблиця 4

Стійкість до пошкодження стебловим метеликом гібридів кукурудзи залежно від підвиду та строку сівби, % (за 2011-2013 рр.)

Підвид	Строк сівби								
	ранній (РТГ* t=+8°C)			середній (РТГ t=+10°C)			пізній (РТГ t=+12°C)		
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.
Кременисто-зубовидний	23,6	11,8	6,4	14,8	7,2	0,8	12,0	3,9	3,8
Зубовидний	26,0	7,8	12,5	17,1	5,4	1,9	5,7	3,4	3,1

Примітка: РТГ – рівень температурного режиму ґрунту на глибині загортання насіння

За середнього строку сівби кількість пошкоджених рослин стебловим метеликом зменшилася і становила: у кременисто-зубовидного підвиду – 14,8 %, 7,2 та 0,8 %, а у зубовидного – 17,1 %, 5,4 та 1,9 %. За пізнього строку сівби одержали аналогічну залежність.

Відомо, що вилягання рослин кукурудзи вище прикріплення качана дозволяє мінімалізувати контакт його із ґрунтом та патогенною мікрофлорою і зібрати механізованим способом. При виляганні рослин нижче місця кріплення качанів, тоді качани пошкоджуються хворобами і шкідниками, мають підвищену вологість зерна, що не дає можливість проводити їх механізоване збирання. Кількість полеглих рослин нижче качана для ранньостиглої групи становила – 6,0 %, середньоранньої – 5,8 та середньостиглої – 3,3 %.

За раннього строку сівби в групі ранньостиглих гібридів кількість полеглих рослин нижче качана становила від 6,0 до 18,9 %, що складає 57,9-80,7 % від загального вилягання, за середнього строку сівби, відповідно – 3,3-9,5 %, або 49,1-62,4 %, за пізньої сівби – 0,3-4,2 та 8,2-49,4 % від загального вилягання (табл. 5).

У 2012 р. за рахунок стресу, пов'язаного із вологозабезпеченням, спостерігали таке негативне явище, як стеблове вилягання деяких гібридів кукурудзи, яке в літературі називається «гусяча шия». Такий вид вилягання відмічений у таких гібридів: ДКС 4626 – 22,0 %, ДКС 2787 – 10, ДКС 3781 – 10,5 %.

Підвищення стійкості різностиглих гібридів кукурудзи до основних хвороб і шкідників за використання позакоренових підживлень. Виявлено, що ураження рослин стебловими та кореновими гнилями відмічалися лише у 2012 р. в контролі (підживлення водою) у гібридів середньоранньої групи стиглості ДКС 3472 (2,0 %) та ДКС 3420 (5,0 %). Усі інші гібриди мали високу стійкість до ураження

стебловими та кореневими гнилями.

Таблиця 5

Кількість полеглих рослин гібридів кукурудзи нижче господарсько-цінного качана залежно від строку сівби, % (середнє за 2011-2013 рр.)

Група стиглості (фактор А)	Гібрид (фактор В)	Строк сівби (фактор С)								
		Ранній (РТГ* t=+8°C)			Середній (РТГ t=+10°C)			Пізній (РТГ t=+12°C)		
		полеглих рослин, %		% від загального випягання	полеглих рослин, %		% від загального випягання	полеглих рослин, %		% від загального випягання
		всього	нижче качана		всього	нижче качана		всього	нижче качана	
Ранньостигла	Харківський 195 МВ	28,2	18,9	66,9	11,9	6,0	50,6	8,5	4,2	49,4
	DKC 2870	14,4	8,9	61,7	10,7	6,7	62,4	3,0	1,0	33,3
	DKC 2960	7,4	6,0	80,7	5,9	3,3	56,5	1,4	0,0	0,0
	DKC 2949	16,1	10,7	66,3	8,6	4,3	50,4	4,1	0,3	8,2
	DKC 2787	26,6	15,4	57,9	18,5	9,5	51,4	11,8	1,3	11,3
	DKC 2971(st)	9,7	7,1	73,1	7,5	3,7	49,1	5,0	0,6	11,3
Середньорання	DKC 3476	7,0	5,8	83,7	3,8	1,2	31,9	3,1	0,7	21,5
	DKC 3795	16,4	12,0	73,2	7,5	3,7	50,0	4,7	1,9	41,4
	DKC 3472	18,0	13,1	72,9	7,5	5,6	74,3	4,7	1,5	32,1
	DKC 3420	12,7	9,7	75,9	8,0	3,5	43,2	6,9	3,6	52,4
	Переяславський 230 СВ	14,5	10,9	75,0	6,1	3,7	60,7	4,1	1,7	42,6
	DKC 3871 (st)	17,0	11,9	69,9	10,6	7,4	69,5	9,2	5,6	60,3
Середньостигла	DK 391	7,9	5,1	65,3	4,7	2,4	51,1	2,8	0,0	0,0
	DKC 3511	18,3	12,6	68,9	12,8	7,7	60,0	2,4	0,5	22,2
	DK 440	9,5	6,2	65,6	5,1	2,5	49,7	2,7	0,2	7,4
	DKC 4964	5,8	3,3	56,6	4,0	0,9	22,7	1,0	0,1	12,9
	DKC 4626	8,6	6,5	74,9	5,0	2,1	42,3	1,1	0,2	18,2
	DK 315 (st)	12,4	7,4	59,8	4,9	1,7	35,1	2,9	0,5	17,0

Примітка: РТГ – рівень температурного режиму ґрунту на глибині загортання насіння

Застосування позакореневого підживлення у фазу 5-7 листків кукурудзи бактеріальним препаратом Біомаг зменшило ураження рослин до 2,0-3,0% летючою сажкою гібридів Переяславський 230СВ та Харківський 195МВ порівняно із контролем 4,0%. За дворазового позакореневого підживлення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи мікродобривом Еколист Моно Цинк ураження рослин гібрида DKC 2971 становила 2,0% проти 2,7% на контролі. Обприскування посівів регулятором росту рослин Вимпел забезпечило зниження пошкодження до 2,0%.

Гібриди кукурудзи ранньостиглої групи мали незначну кількість рослин (менше 5%) уражених пухирчастою сажкою в контролі, за проведення позакорневих підживлень водою. Позакореневі підживлення гібридів ранньостиглої групи препаратами, що вивчали, підвищували стійкість рослин кукурудзи до ураження пухирчастою сажкою.

Позакореневі підживлення сприяли зниженню пошкодження рослин кукурудзяним стебловим метеликом та полеглих рослин від 1,3% до 11,6% за внесення мікродобрива Росток кукурудза та Еколист Моно Цинк. Із

середньоранньої групи стиглості гібридів кукурудзи найбільш стійкими до вилягання визначено ДКС 3871 – 9,0 % та Переяславський 230СВ – 11,4 %. У гібридів ДКС 3472 та ДКС 3420 кількість полеглих рослин склала 14,7 та 12,4 %, відповідно. Середньостиглі гібриди кукурудзи ДК 391 та ДК 440 мали найвищу стійкість до ураження пухирчастою сажкою, яка становила 100% (див. табл. 5).

Як і у гібридів попередніх груп стиглості найбільшу кількість рослин пошкоджених стебловим кукурудзяним метеликом спостерігали у контролі (за підживлення водою): ДК 391 – 15,6 %, ДК 440 – 13,2, ДКС 4964 – 11,5 та ДК 315 – 20,5 %.

Вплив глибини загортання та розмірів фракції насіння на стійкість до хвороб та шкідників. Не встановлено істотної кількості заселених рослин кукурудзи попелицями залежно від розмірів насіння та глибини його загортання. Інтенсивність заселення рослин кукурудзи попелицями обумовлювалося погодними умовами в роки досліджень.

Аналізуючи вплив розмірів фракції насіння на кількість пошкоджених рослин стебловим метеликом необхідно відмітити, що за сівби насінням дрібної фракції налічували 9,0 % пошкоджених рослин, середньої – 7,8 та великої – 7,7 %. За сівби насінням середньої та великої фракції спостерігали тенденцію до зниження пошкодження стебловим кукурудзяним метеликом рослин у більшості гібридів, порівняно із сівбою насінням дрібної фракції. Наприклад, у гібрида ДКС 2960 найменше пошкоджених рослин (6,1 %) було за сівби насінням дрібної фракції, водночас за сівби насінням середньої та великої фракції пошкоджених рослин було більше, відповідно – 7,3 та 7,4%.

Збільшення глибини загортання насіння із 4-5 до 10-11 см не однозначно впливало на пошкодження рослин стебловим кукурудзяним метеликом.

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВЕГЕТАЦІЇ ТА ФАКТОРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Урожайність зерна кукурудзи зумовлена такими показниками, як: кількість рядів зерен, кількість качанів з однієї рослини, розмір качана, кількість зерен в ряду, маса 1000 зерен, вихід зерна з качана та кількість рослин на одиниці площі.

Лінійні розміри зернівки та рівень передзбиральної вологості зерна залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування. Важливим елементом структури врожаю кукурудзи є сума лінійних розмірів зернівок, які як і кліматичні умови року та елементи агротехнологій, впливають на рівень передзбиральної вологості зерна. Сума лінійних розмірів насіння за роками змінювалася і в середньому в гібридів становила: у 2011 р. 2,47 см, 2012 р., 2,34 см та у 2013 р. – 2,41 см. Запізнення із строками сівби призводило до зменшення розмірів насіння на 0,7-1,0 см порівняно із раннім строком сівби.

Зростання лінійних розмірів зернини відмічено у групі середньоранніх та середньостиглих гібридів порівняно із ранньостиглими. Вологість зерна також залежала від групи стиглості гібридів: у групі ранньостиглих гібридів вологість зерна становила 23,8 %, середньоранніх – 25,5 та середньостиглих – 25,9 % ($НІР_{0,05}$ група стиглості = 0,65 %). У 2013 р. рівень передзбиральної вологості у гібридів усіх груп стиглості збільшився до 31,1 %, що зумовлено інтенсивним випадання опадів

у період вересня-жовтня.

Запізнення із сівбою кукурудзи призводить до підвищення рівня передзбиральної вологості зерна на 3,8-4,6 % порівняно із раннім строком сівби. Позакореневі підживлення сприяли істотному збільшенню маси лінійних розмірів зернівки та підвищенню вологості зерна. Найсприятливіші умови для формування лінійних розмірів зернівки у ранньостиглих гібридів кукурудзи склалися за внесення мікродобрива Еколист Моно Цинк (2,34-2,51 см) та Росток кукурудза (2,38-2,48 см).

Сівба насінням середньої та великої фракцій забезпечувала зростання суми лінійних розмірів зернівки гібридів на 0,01-0,08 см (НІР_{0,05} фракція насіння = 0,03 см) порівняно із дрібною фракцією. Істотно нижчу передзбиральну вологість зерна у гібридів визначили за сівби насінням великої фракції – 22,59%, порівняно з дрібною – 23,22 % та середньою – 23,01 % (НІР_{0,05} фракція насіння = 0,32 %).

Найбільше значення суми лінійних розмірів зернівки сформувалось за глибини загортання насіння 4-5 та 10-11 см, а найнижчу вологість зерна спостерігали за середньої (7-8 см) глибини загортання насіння.

Збільшення вологості зерна в період 2015-2017 рр. за проведення позакореневих підживлень, порівняно з контролем, становило 0,43-3,84 %. Для гібридів ДКС 3871, ДК 315 та ДК 440 найбільш істотне зростання вологості зерна визначено за дворазового внесення мікродобрива Еколист Моно Цинк як окремо, так і за спільного внесення його із бактеріальним препаратом Біомаг.

Вологість стрижня качана має збільшений показник стандартного відхилення порівняно з вологістю зерна, а це свідчить про те, що величина вологості стрижня качана більш різко змінюється залежно від кліматичних особливостей року. У середньому за три роки в групі ранньостиглих гібридів вона склала 18,01 %, середньоранніх – 21,97 % та середньостиглих – 22,93 % (НІР_{0,05} група стиглості = 2,04 %). Сівба насінням дрібною фракцією забезпечувала вологість стрижня качана на рівні 21,94 %, середньої – 21,06 % та великої – 19,92 % (НІР_{0,05} фракція насіння = 0,69 %). Загортання насіння на глибину 4-5 см забезпечила вологість стрижня качана у гібридів кукурудзи на рівні 21,91 %, за сівби на 7-8 см – 20,06 % та збільшення глибини загортання до 10-11 см – 20,94 %.

Структура врожаю і продуктивність гібридів кукурудзи залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування. Виявлено, що кількість рядів зерен, кількість зерен у ряді, маса 1000 насінин та продуктивність гібридів кукурудзи залежала від груп їх стиглості, їх біологічних особливостей та строку сівби. Подовження тривалості вегетаційного періоду забезпечує збільшення маси 1000 насінин на 12,5-14,8 г порівняно із ранньостиглими формами. За раннього строку сівби маса 1000 насінин у гібридів кукурудзи становила 284,1 г, за середнього – 263,1 г та за пізнього – 241,7 г (НІР_{0,05} строки сівби = 5,37 г). Різниця маси 1000 зерен між раннім і пізнім строком сівби становила 27-81 г. Зростання маси 1000 зерен, порівняно із контролем, за рахунок позакореневих підживлень становить 12,2-22,3 г (НІР_{0,05} підживлення = 9,18 г).

Подовження тривалості вегетаційного періоду забезпечує збільшення кількості рядів зерен на 0,9-2,1 шт., кількості зерен у ряді на 2,5-2,8 шт. порівняно з скоростиглими формами. Запізнення з сівбою гібридів кукурудзи призводило до

зменшення кількості зерен в ряді на 1,8-3,1 шт. порівняно з раннім строком сівби.

Урожайність зерна гібридів кукурудзи за найбільш тривалого вегетаційного періоду збільшилася на 1,0-2,3 т/га, порівняно із скоростиглими формами. За раннього строку сівби врожайність зерна гібридів кукурудзи ранньостиглої групи становила 8,9 т/га, середньоранньої – 10,1 т/га, середньостиглої – 11,5 т/га, за середнього строку сівби – 8,2 т/га, 9,1 та 10,2 т/га, а за пізнього строку сівби – 7,0 т/га, 7,8 та 9,2 т/га ($HP_{0,05}$ строки сівби = 0,22 т/га), відповідно. Встановлено, що врожайність зерна, порівняно із контролем зростала на 1,4-2,3 т/га за проведення позакореневого підживлення мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза.

У гібридів кукурудзи ранньостиглої групи кількість зерен в ряду склала 39,6 шт., середньоранньої групи – 38,2 шт., а середньостиглої – 41,1 шт.

Маса 1000 насінин у групі ранньостиглих гібридів кукурудзи коливалася в межах 219,2-264,3 г, середньоранніх – 222,1-294,4 г та у середньостиглих гібридів – 208,8-281,4 г. Маса 1000 насінин у ранньостиглих гібридів кукурудзи за сівби насінням дрібної фракції склала 242,4 г, середньої – 254,1 г та великої – 257,4 г ($HP_{0,05}$ фракція насіння = 2,5 г).

Збільшення глибини загортання насіння до 10-11 см призводило до зменшення на 1,43-6,61 г маси 1000 насінин гібридів кукурудзи порівняно з загортанням його на глибину 4-5 та 7-8 см ($HP_{0,05}$ глибина загортання = 5,6 г).

Встановлено, що за сприятливих умов вологозабезпечення у 2014 та 2016 рр. кількість рядів зерен, формувалась більшою на 0,1-3,3 шт., порівняно із посушливим 2015 р.

За дефіциту вологи в період формування та наливу зерна спостерігається різке зниження маси 1000 насінин (239,5 г), порівняно із більш сприятливими за вологозабезпеченням 2014 (249,7 г) та 2016 рр. (264,6 г).

За сівби насінням середньої та крупної фракції урожайність зерна істотно збільшувалася – на 0,91-1,05 т/га, порівняно з сівбою насінням дрібної фракції. Сівба на глибину 4-5 см забезпечувала врожайність зерна гібридів кукурудзи ($HP_{0,05}$ глибина загортання насіння = 0,11 т/га) 9,13 т/га, на глибину 7-8 см – 9,09 т/га, а на глибину 10-11 см – 8,96 т/га. Лише гібрид ДКС 4082 забезпечив зростання врожайності зерна за сівби на глибину загортання 10-11 см насіння.

Позакореневі підживлення хоч і забезпечували збільшення кількості сформованих качанів на рослині, але воно не було істотним, крім гібриду ДКС 2949, у якого їх приріст становив 0,05 шт.

ВМІСТ КРОХМАЛЮ У ЗЕРНІ КУКУРУДЗИ ТА ВИХІД БІОЕТАНОЛУ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВЕГЕТАЦІЇ ТА ФАКТОРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Вміст та вихід крохмалю у зерні гібридів кукурудзи залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування. Збільшення вмісту та виходу крохмалю (1,090-1,869 т/га) визначили для групи гібридів кукурудзи із більш тривалим вегетаційним періодом порівняно із ранньостиглою групою.

Пізній строк сівби забезпечив підвищення вмісту та виходу крохмалю на 1,57-1,97 % та 1,181-1,567 т/га порівняно із раннім строком. У посушливому

2012 р. спостерігали загальне зниження вмісту крохмалю (72,06%) незалежно від строку сівби, тоді як у 2011 та 2013 рр. за сприятливих умов за температурою й вологозабезпеченням встановлено загальне збільшення вмісту крохмалю у зерні кукурудзи до 73,00 та 74,56 %.

Визначено, що у зубовидного підвиду кукурудзи вміст крохмалю був вищим ніж у кременисто-зубовидного незалежно від строку сівби (табл. 6).

Таблиця 6

Вміст крохмалю в зерні кукурудзи залежно від підвиду та строку сівби, % (середнє за 2011-2013 рр. $\pm S_x$)

Назва підвиду	Кількість гібридів, шт.	Строк сівби		
		Ранній (РТГ* t=+8°C)	Середній (РТГ t=+10°C)	Пізній (РТГ t=+12°C)
Кременисто-зубовидний	10	71,56 \pm 1,06	72,44 \pm 1,11	73,33 \pm 1,01
Зубовидний	8	73,13 \pm 0,93	74,21 \pm 1,10	75,06 \pm 1,43

Найвищий вихід крохмалю отримано за дворазового позакореневого підживлення мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза, який був більшим на 0,6-1,9 т/га порівняно із контролем (за підживлення водою). Позакореневе підживлення регулятором росту Вимпел у фазу 5-7 листків кукурудзи гібридів ДКС 3420, Переяславський 230СВ та ДКС 3871 не забезпечило збільшення виходу крохмалю порівняно із контролем.

Використання гібридів кукурудзи більш пізньостиглих груп стиглості забезпечувало додатковий вихід 1,440-2,774 т/га крохмалю порівняно із ранньостиглими формами.

Сівба насінням дрібної фракції забезпечувала вміст крохмалю у зерні на рівні 73,33 %, а його вихід в межах 5,43-6,98 т/га, середньої – 74,59 % і 5,98-7,97 т/га, великої – 74,3 % і 6,08-7,87 т/га. Сівба на мілку (4-5 см) глибину загорання забезпечувала вміст та вихід крохмалю 72,08-75,23 % та 5,9-7,49 т/га, середньої 7-8 см – 72,19-76,02 % і 5,85-7,71 т/га, глибокої 10-11 см – 72,04-75,58 % і 5,68-7,62 т/га (НІР_{0,05} глибина загорання = 0,22 % та 0,213 т/га). Найбільше крохмалю у зерні накопичувалось за глибини загорання 7-8 см – 74,31 %, тоді як за глибини загорання 4-5 см – 73,8 та 74,11 % за – 10-11 см.

Вихід біоетанолу із одиниці площі залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування. Вихід біоетанолу з сировини зазвичай розраховують як вихід етанолу. Вирощування середньостиглих гібридів кукурудзи забезпечувало додатковий вихід біоетанолу 0,588-1,008 тис. л/га порівняно із скоростиглими. Запізнення із строками сівби призводило до зменшення його виходу на 0,640-0,847 тис. л/га порівняно з раннім строком (табл. 7).

Встановлено, що позакореневе підживлення сприяло збільшенню виходу біоетанолу на 0,1-1,04 тис. л/га (НІР_{0,05} підживлення = 0,35 тис. л/га) ніж на контролі (за підживлення водою). За одноразового підживлення вихід біоетанолу зріс на 0,10-0,65 тис. л/га, а за дворазового – 0,30-1,04 тис. л/га (НІР_{0,05} кількість підживлень = 0,36 тис. л/га) порівняно із контролем (підживлення водою). Правильний добір гібриду (НІР_{0,05} гібрид = 0,48 тис. л/га), навіть у межах однієї групи стиглості, здатен

забезпечити збільшення виходу біоетанолу на 0,301-0,404 тис. л/га.

Таблиця 7

Вихід біоетанолу із одиниці площі залежно від строку сівби, тис. л/га
(за 2011-2013 рр.)

Група стиглості (А)	Гібрид (В)	Строки сівби (С)	Роки досліджень			середнє	
			2011	2012	2013		
1	2	3	4	5	6	7	
Ранньостигла група	Харківський 195МВ	Ранній (РТГ* t=+8°C)	3,763	3,092	3,386	3,414	
		Середній (РТГ t=+10°C)	3,529	2,891	3,275	3,232	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,003	2,390	2,741	2,711	
	DKC 2870	Ранній (РТГ* t=+8°C)	3,780	3,242	3,507	3,510	
		Середній (РТГ t=+10°C)	3,257	2,817	3,508	3,194	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	2,966	2,439	2,566	2,657	
	DKC 2960	Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,290	3,012	3,439	3,580	
		Середній (РТГ t=+10°C)	3,592	2,776	3,502	3,290	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,142	2,450	3,081	2,891	
	DKC 2949	Ранній (РТГ* t=+8°C)	3,526	2,700	3,291	3,172	
		Середній (РТГ t=+10°C)	2,932	2,451	2,835	2,739	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	2,625	1,966	2,824	2,472	
	DKC 2787	Ранній (РТГ* t=+8°C)	3,745	3,110	3,480	3,445	
		Середній (РТГ t=+10°C)	3,429	2,876	3,392	3,232	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,217	2,352	3,236	2,935	
	DKC 2971 (st)	Ранній (РТГ* t=+8°C)	3,845	2,965	3,503	3,438	
		Середній (РТГ t=+10°C)	3,784	2,959	3,468	3,404	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,524	2,483	3,142	3,050	
	Середньорання група	DKC 3476	Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,128	3,387	4,025	3,847
			Середній (РТГ t=+10°C)	4,213	3,005	3,912	3,710
			Пізній (РТГ t=+12°C)	3,346	2,491	3,632	3,156
DKC 3795		Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,486	3,335	4,315	4,045	
		Середній (РТГ t=+10°C)	3,661	3,007	3,850	3,506	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,339	2,150	3,203	2,897	
DKC 3472		Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,505	3,616	4,440	4,187	
		Середній (РТГ t=+10°C)	4,147	3,507	3,968	3,874	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,630	2,850	3,642	3,374	
DKC 3420		Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,518	3,363	4,362	4,081	
		Середній (РТГ t=+10°C)	3,736	3,024	3,696	3,485	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,397	2,457	3,646	3,167	
Переяславський 230СВ		Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,353	3,326	3,661	3,780	
		Середній (РТГ t=+10°C)	3,560	3,297	3,410	3,422	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,281	2,243	3,354	2,959	
DKC 3871 (st)		Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,124	3,326	4,004	3,818	
		Середній (РТГ t=+10°C)	3,736	3,017	3,697	3,483	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,185	2,604	3,593	3,127	
Середньостигла група		DK 391	Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,863	4,067	4,372	4,434
			Середній (РТГ t=+10°C)	4,150	3,373	3,946	3,823
			Пізній (РТГ t=+12°C)	3,903	3,072	3,799	3,591
	DKC 3511	Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,400	3,783	4,560	4,248	
		Середній (РТГ t=+10°C)	4,080	3,924	4,186	4,063	
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,749	2,933	3,953	3,545	

Продовження таблиці 7

1	2	3	4	5	6	7
Середньостигла група	DK 440	Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,552	4,501	4,392	4,482
		Середній (РТГ t=+10°C)	3,965	4,105	4,275	4,115
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,740	3,695	3,992	3,809
	DKC 4964	Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,792	4,688	4,848	4,776
		Середній (РТГ t=+10°C)	4,811	4,182	4,444	4,479
		Пізній (РТГ t=+12°C)	4,267	3,667	3,896	3,943
	DKC 4626	Ранній (РТГ* t=+8°C)	4,560	4,458	4,918	4,645
		Середній (РТГ t=+10°C)	4,186	4,085	4,109	4,127
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,814	3,640	3,953	3,802
	DK 315 (st)	Ранній (РТГ* t=+8°C)	5,454	3,771	5,088	4,771
		Середній (РТГ t=+10°C)	4,276	3,462	4,515	4,084
		Пізній (РТГ t=+12°C)	3,961	3,155	4,202	3,773
НП ₀₅ група стиглості			0,07	0,03	0,05	-
НП ₀₅ гібрид			0,14	0,07	0,11	-
НП ₀₅ строки сівби,			0,07	0,05	0,06	-

Вихід біоетанолу із використанням різних фракцій насіння підвищується з 3,41 до 3,84 тис. л/га за використання великої фракції. Збільшення глибини загорання насіння призводить до зменшення виходу біоетанолу із одиниці посіву (табл. 8).

Таблиця 8

Орієнтовний вихід біоетанолу із одиниці площі посіву гібридів кукурудзи залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування, тис. л /га (за 2014-2016 рр.)

Група стиглості (А)	Гібрид (В)	Фракція насіння (С)	Глибина загорання насіння (D)	Рік			середнє
				2014	2015	2016	
1	2	3	4	5	6	7	8
Ранньостиглі гібриди	DKC 2960	M* (187 г)	4-5 см	3,001	2,748	3,375	3,041
			7-8 см	3,162	2,804	3,178	3,048
			10-11 см	2,930	2,678	2,901	2,836
		S** (238 г)	4-5 см	3,763	2,811	3,600	3,391
			7-8 см	3,760	2,991	3,513	3,421
			10-11 см	3,627	2,968	3,479	3,358
		V*** (277 г)	4-5 см	3,659	2,803	3,722	3,395
			7-8 см	3,595	2,927	3,628	3,383
			10-11 см	3,637	3,041	3,756	3,478
	DKC 2971	M* (194 г)	4-5 см	2,938	2,805	3,413	3,052
			7-8 см	2,832	2,791	3,377	3,000
			10-11 см	2,746	2,658	2,918	2,774
		S** (256 г)	4-5 см	3,254	3,170	3,461	3,295
			7-8 см	3,227	3,047	3,560	3,278
			10-11 см	3,341	2,966	3,481	3,263
		V*** (279 г)	4-5 см	3,400	3,112	3,524	3,345
			7-8 см	3,364	3,030	3,635	3,343
			10-11 см	3,449	2,981	3,471	3,300
DKC 3472	M* (249 г)	4-5 см	3,374	3,181	4,497	3,684	

1	2	3	4	5	6	7	8
Середньоранні гібриди	DKC 3472	M* (249 г)	7-8 см	3,445	3,140	4,275	3,620
			10-11 см	3,345	3,109	4,098	3,517
		S** (326 г)	4-5 см	3,776	3,634	4,556	3,989
			7-8 см	3,779	3,527	4,619	3,975
			10-11 см	3,846	3,536	4,543	3,975
		V*** (385 г)	4-5 см	3,722	3,488	4,544	3,918
			7-8 см	3,812	3,587	4,475	3,958
			10-11 см	3,829	3,373	4,462	3,888
		DKC 3795	M* (166 г)	4-5 см	3,388	3,121	3,621
	7-8 см			3,258	3,169	3,558	3,328
	10-11 см			3,230	2,988	3,280	3,166
	S** (207 г)		4-5 см	3,679	3,627	3,930	3,745
			7-8 см	3,723	3,308	3,678	3,570
			10-11 см	3,808	3,364	3,736	3,636
	V*** (287 г)		4-5 см	3,782	3,688	3,948	3,806
			7-8 см	3,879	3,236	4,025	3,713
			10-11 см	3,865	3,410	4,050	3,775
	Середньостиглі гібриди	DK 315	M* (223 г)	4-5 см	3,816	3,509	4,345
7-8 см				3,901	3,477	4,247	3,875
10-11 см				3,863	3,230	4,048	3,714
S** (294 г)			4-5 см	4,184	3,845	4,452	4,160
			7-8 см	4,366	3,841	4,574	4,260
			10-11 см	4,446	3,758	4,498	4,234
V*** (327 г)			4-5 см	4,195	4,011	4,594	4,267
			7-8 см	4,496	3,932	4,671	4,366
			10-11 см	4,289	3,854	4,636	4,260
DKC 4082		M* (172 г)	4-5 см	3,724	3,701	4,083	3,836
			7-8 см	3,779	3,617	4,062	3,819
			10-11 см	3,685	3,406	3,974	3,688
		S** (227 г)	4-5 см	3,971	3,923	4,691	4,195
			7-8 см	4,441	3,996	4,905	4,447
			10-11 см	4,625	3,890	4,843	4,453
		V*** (278 г)	4-5 см	4,088	3,903	4,457	4,149
			7-8 см	4,437	3,976	4,816	4,410
			10-11 см	4,488	3,904	4,753	4,382
НІР ₀₅ група стиглості				0,08	0,03	0,03	-
НІР ₀₅ гібрид				0,03	0,03	0,04	-
НІР ₀₅ фракція насіння				0,05	0,04	0,04	-
НІР ₀₅ глибина загорання				0,05	0,05	0,06	-

Загорання насіння кукурудзи на глибину 4-5 см забезпечує вихід біоетанолу в середньому 3,697 тис. л/га, на 7-8 см – 3,713 та 3,648 тис. л/га за глибини загорання 10-11 см.

Взаємозв'язок вмісту крохмалю з комплексом господарсько-цінних ознак. Виявлено, що вміст крохмалю у зерні кукурудзи залежав від площі листкової поверхні ($r = 0,644...0,808$), площі окремих ярусів листків, зокрема верхнього (прапорцевого) – ($r = 0,375...0,654$) та прикачаного ($r = 0,541...0,849$), висоти

рослин ($r = 0,339 \dots 0,799$), висоти кріплення качанів ($r = 0,185 \dots 0,797$), вологості зерна ($r = 0,519 \dots 0,831$) та врожайності ($r = 0,274 \dots 0,879$) (табл. 9).

Таблиця 9

Кореляційний зв'язок вмісту крохмалю в зерні гібридів кукурудзи з господарсько-цінними показниками, (середнє за 2011-2016 рр., $\pm Sr$)

Показники	Коефіцієнт кореляції залежно від:		
	строків сівби 2011-2013 рр.	позакоренових підживлень 2011-2013 рр.	фракції та глибина загортання насіння 2014-2016 рр.
Площа листової поверхні, тис. м ² /га	0,644*	0,649*	0,808*
Площа поверхні прапорцевого листка, тис. м ² /га	0,375	0,654*	0,624*
Площа поверхні прикачанного листка, тис. м ² /га	0,722* ⁶	0,541*	0,849*
Висота рослин, см	0,339	0,625*	0,799*
Висота кріплення качанів, см	0,185	0,607*	0,797*
Вологість зерна, %	0,595*	0,519*	0,831*
Кількість пошкоджених рослин стебловими метеликом, %	-0,395	-0,101	0,114
Урожайність зерна, т/га	0,274	0,673*	0,879*

*Примітка:** - достовірно на 99% рівні ймовірності, $n = 17$ для дослідю 1, $n = 11$ для дослідю 2 та $n = 6$ для дослідю 3.

Поряд з цим, не встановлено достовірної залежності між кількістю пошкоджених рослин стебловим кукурудзяним метеликом та вмістом крохмалю, тобто пошкодження рослин стебловим кукурудзяним метеликом практично не впливає на вміст крохмалю у зерні.

Коефіцієнт кореляції між вмістом крохмалю та інтенсивністю транспірації складав $r = 0,562$, вмістом хлорофілу $r = 0,393$, вмістом у вегетативній масі кукурудзи азоту $r = 0,628$, фосфору – $r = 0,367$, калію – $r = 0,443$ та цинку $r = 0,458$. Значення даних кореляційних зв'язків дасть можливість підбирати гібриди, які окрім високої продуктивності здатні формувати високий вміст крохмалю та можуть використовуватися для виробництва біопалива.

Кластерний аналіз досліджуваних гібридів кукурудзи за комплексом господарсько-цінних ознак. Використання кластерного аналізу дозволяє наблизитися до вирішення складної задачі підвищення ефективності правильного добору гібридів та елементів технологій для отримання максимального виходу біоетанолу із одиниці площі посіву гібридів кукурудзи. За результатами кластерного аналізу було створено дендрограму групування у класи за допомогою методу одиноких зв'язків. Результати кластеризації ранньостиглих гібридів кукурудзи за комплексом господарсько-цінних ознак, за вивчення впливу строків сівби представлено на рисунку 6.

До першого кластеру можна віднести гібриди ДКС 2870 та ДКС 2971 за раннього та середнього строків сівби і гібрид ДКС 2960 за раннього строку сівби. Наступний кластер сформовано гібридами ДКС 2870, ДКС 2971 пізнього строків сівби та гібридами ДКС 2960 та ДКС 2949 середніх та пізніх строків сівби.

Окремо, в третьому кластері, за комплексом господарсько-цінних ознак розташований гібрид ДКС 2787 середнього та пізнього строків сівби.

А от такі гібриди як Харківський 195МВ та ДКС 2787 та ДКС 2949 за раннього строку сівби розташовані максимально відокремлено від інших груп кластерів. Дані гібриди найбільше реагують на строки сівби та формують біометричні параметри і врожайність певних рівнів, що свідчить про необхідність правильного добору елементів технології їх вирощування може суттєво збільшити їх рівень потенційної продуктивності.

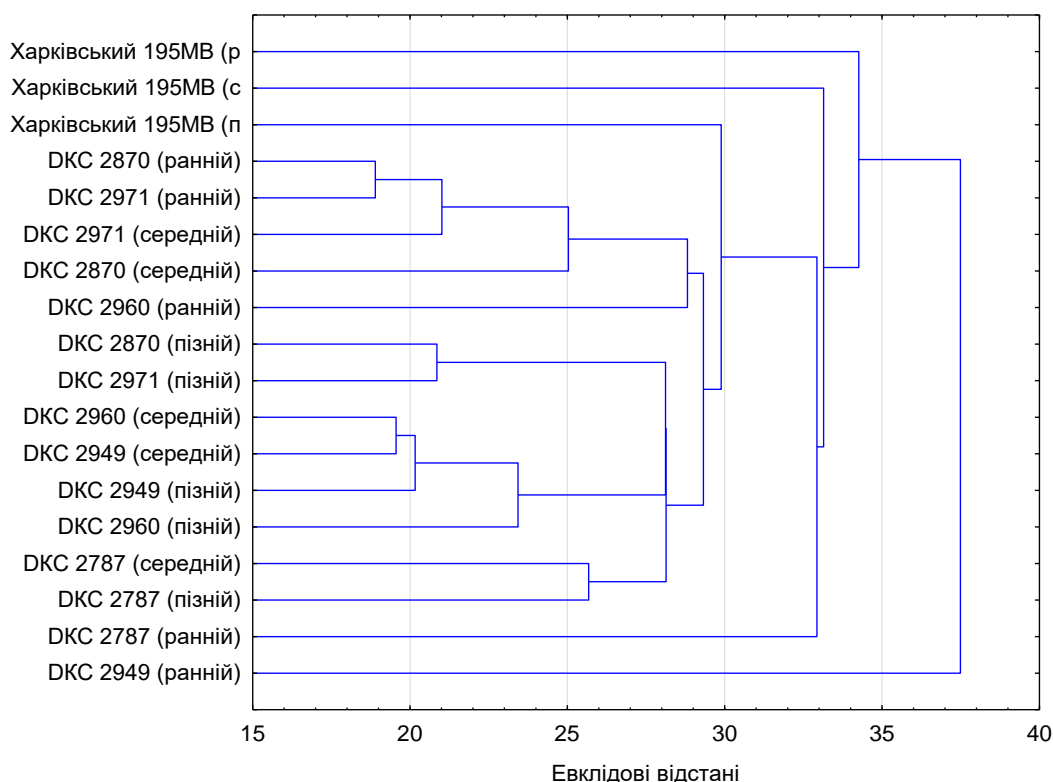


Рис. 6 Кластеризація ранньостиглих гібридів кукурудзи за комплексом господарсько-цінних ознак, за вивчення впливу строків сівби (середнє за 2011-2013 рр.)

Аналізуючи отримані результати кластеризації середньоранніх гібридів можна виділити дві групи кластерів та примикаючу до них решту гібридів кукурудзи. До першої групи кластерів належать гібриди ДКС 3476 та Переяславський 230СВ – за раннього строку сівби, ДКС 3795 та ДКС 3871 – за середнього строку сівби. До другої групи можна віднести гібриди ДКС 3476 – за середнього строку, ДКС 3472, ДКС 3420, ДКС 3871, ДКС 3795 та ДКС 3476 за пізнього строку сівби.

У групі середньостиглих гібридів кукурудзи можна виділити лише один кластер. А от гібриди висіяні в ранні строки сівби лише примикають до нього.

Найбільш ідентичним за формуванням господарсько-цінних ознак виявився гібрид ДКС 2971 за сівби середньою фракцією насіння та глибини загортання 7-8 см та сівби великою фракцією та за глибини 7-8 і 10-11 см, відповідно.

До наступного кластеру входять гібрид ДКС 2960 за сівби мілкою фракцією насіння за усіх глибин загортання та гібрид ДКС 2971 за сівби насінням мілкої фракції та глибини загортання 4-5 та 10-11 см. Окремий пул утворюють гібриди ДКС 2960 за сівби середньою фракцією насіння та глибини загортання 4-5 і 10-11 см та ДКС 2971 за використання середньої фракції насіння та глибини загортання 10-11 см. До наступного кластеру відносяться гібриди ДКС 2960 за сівби середньою фракцією насіння та глибини загортання 7-8 см і ДКС 2971 аналогічно з середньою фракцією насіння та глибиною загортання 4-5 та 10-11 см. Решта гібридів за сівби різними фракціями насіння та глибиною його загортання примикають до вищеперерахованих кластерів.

Що стосується особливостей формування господарсько-цінних ознак у середньоранніх гібридів кукурудзи, то можна виокремити два пули кластерів. До найбільш подібного кластеру за комплексом ознак входять усі варіанти досліду проведені з гібридом ДКС 3472, який висівали середньою та великою фракцією насіння за глибини загортання насіння 4-5, 7-8 та 10-11 см. По суті даний кластер є сортоспецифічним і у гібриду ДКС 3472.

У середньоранніх гібридів мілкі фракції насіння об'єднуються в один кластер – сюди входять гібриди ДКС 3472 та ДКС 3795 за усіх глибин загортання насіння і мілкою фракції та останній за глибини загортання 4-5 і 7-8 см і середньої фракції насіння.

У середньостиглих гібридів об'єднання в кластери дещо відрізняється від ранньостиглих та середньоранніх гібридів. До першого кластеру належать усі варіанти вирощування гібриду ДК 315 окрім варіанту сівби його мілкою фракцією насіння за глибини загортання насіння 10-11 см. До другого кластеру входять варіанти вирощування гібрида ДКС 4082 за виключенням варіантів з використанням для сівби мілкої фракції насіння та глибин загортання 4-5 та 10-11 см, відповідно.

Кластеризація досліджуваних гібридів за комплексом господарсько-цінних ознак дозволяє зробити висновки щодо рекомендацій до технології їх вирощування та створення алгоритму і механізмів прогнозування рівня продуктивності на базі передбачення норми реакції рослин і показників їх росту й розвитку та дозволить ефективно підбирати гібриди кукурудзи із необхідними параметрами для виробництва альтернативних видів енергії.

Математична модель гібридів різних груп стиглості кукурудзи. На продуктивність сільськогосподарських рослин впливають як абіотичні, так і біотичні фактори. Причому елементи технології ми можемо розробляти, вдосконалювати, адаптувати під вирощування певних гібридів кукурудзи у відповідних агрокліматичних умовах. А от що стосується факторів впливу навколишнього середовища, то впливати на перебіг цих процесів майже нереально. Для забезпечення ефективного аналізу норми реакції рослин кукурудзи на вплив факторів навколишнього середовища слід користуватись математичним моделюванням. Сили впливу факторів вираховують на основі методу кореляційних плеяд, а за базову версію математичної моделі обрано еколого-генетичні їх версії представлені П.П. Літуном.

Згідно моделі впливу погодних умов на тривалість міжфазних періодів

ранньостиглих гібридів кукурудзи найбільш впливовими факторами на тривалість фенофаз є показники погодних умов за період, що передував настанню відповідної фенофази та поточний проміжок часу. На тривалість міжфазного періоду «сівба - сходи» впливала сума активних температур ($\geq +10$ °C) за квітень та за травень, коефіцієнт кореляції становив $r = -0,46$ та $r = -0,37$, відповідно, що забезпечувало скорочення цього періоду, а також впливав ГТК, коефіцієнт кореляції становив $r = 0,29$. Значний вплив на тривалість періоду «сходи – цвітіння» чинили сума ефективних температур ($\geq +10$ °C) за травень та червень, коефіцієнти кореляції на рівні помірного та значного зв'язку – $r = -0,52$ та $r = -0,49$, відповідно. Так і ГТК, коефіцієнт кореляції склав $-0,29$. За відсутності опадів рослини кукурудзи уповільнювали ріст та розвиток, а тому тривалість фази подовжувалась.

На тривалість міжфазного періоду «цвітіння – повна стиглість» значно впливали як сума ефективних температур за травень і червень, $r = 0,46$ та $0,44$, відповідно, так і сума опадів, $r = -0,43$ та ГТК, $r = -0,35$. Фактично прямий зв'язок між досліджуваними ознаками пересвідчує, що при зростанні суми активних температур у ранньостиглих гібридів кукурудзи пришвидшується утворення та формування зерна і тривалість даного міжфазного періоду скорочується.

На тривалість вегетації ранньостиглих гібридів кукурудзи впливали сума ефективних температур за травень ($r = -0,62$) та за червень ($r = -0,51$), сума опадів та ГТК. Сума опадів значно впливала на тривалість вегетації ($r = -0,44$), а вплив ГТК був на рівні $r = -0,34$.

На тривалість міжфазних періодів середньоранніх та середньостиглих гібридів кукурудзи істотний вплив чинили сума ефективних температур ($\geq +10$ °C) за квітень і травень, сума опадів та ГТК.

Для дослідження фенотипової продуктивності гібридів кукурудзи та встановлення впливу на формування їх ознак застосовували еколого-генетичну модель кількісних ознак, в основу побудови якої покладено ієрархічність прояву ознак продуктивності в онтогенезі та відповідність їх прояву в органогенезі. Оскільки етапи реалізації в фенотипі кількісної ознаки відображають і етапи ускладнення генетичної системи, то взаємозв'язок між компонентами моделі можна вважати як показник динамічної впорядкованості взаємодії між елементами генетичної системи.

Модель складається з трьох модулів ознак – результуючої і двох компонентних, що відображають фенотипову реалізацію генетичної формули. За допомогою модулів можна дати кількісну оцінку специфічної генної організації ознаки конкретного генотипу. За результуючі ознаки беруться ті, що мають між собою екологічно стабільні зв'язки та найвищий сумарний вклад в кінцеву результуючу ознаку – урожайність.

Важливим параметром впливу на досліджувані ознаки є не тільки їх взаємодія між собою, а й погодні умови, що власне й можуть обмежувати або ж навпаки сприяти прояву конкретних ознак у гібридів кукурудзи. Тому між погодними умовами, що відповідають конкретним періодам росту й розвитку рослин, і ознаками фенотипової продуктивності визначали тісноту зв'язку.

Встановлено, що середня висота ранньостиглих гібридів кукурудзи в досліді склала 250 см, а сума ефективних температур та ГТК чинили вплив на слабкому

рівні на формування даної ознаки (рис. 7).

Однак, досліджуваний показник значно впливав на загальну площу листків ($r = 0,62$) та висоту прикріплення качана ($r = 0,68$).

Висота прикріплення качана в свою чергу залежала не тільки від загальної висоти рослин, а й від площі листкового апарату ($r = 0,43$) та площі верхнього листка ($r = 0,69$). На висоту прикріплення качана впливали кількість опадів ($r = -0,50$), сума ефективних температур повітря ($r = -0,57$) та ГТК ($r = -0,46$).

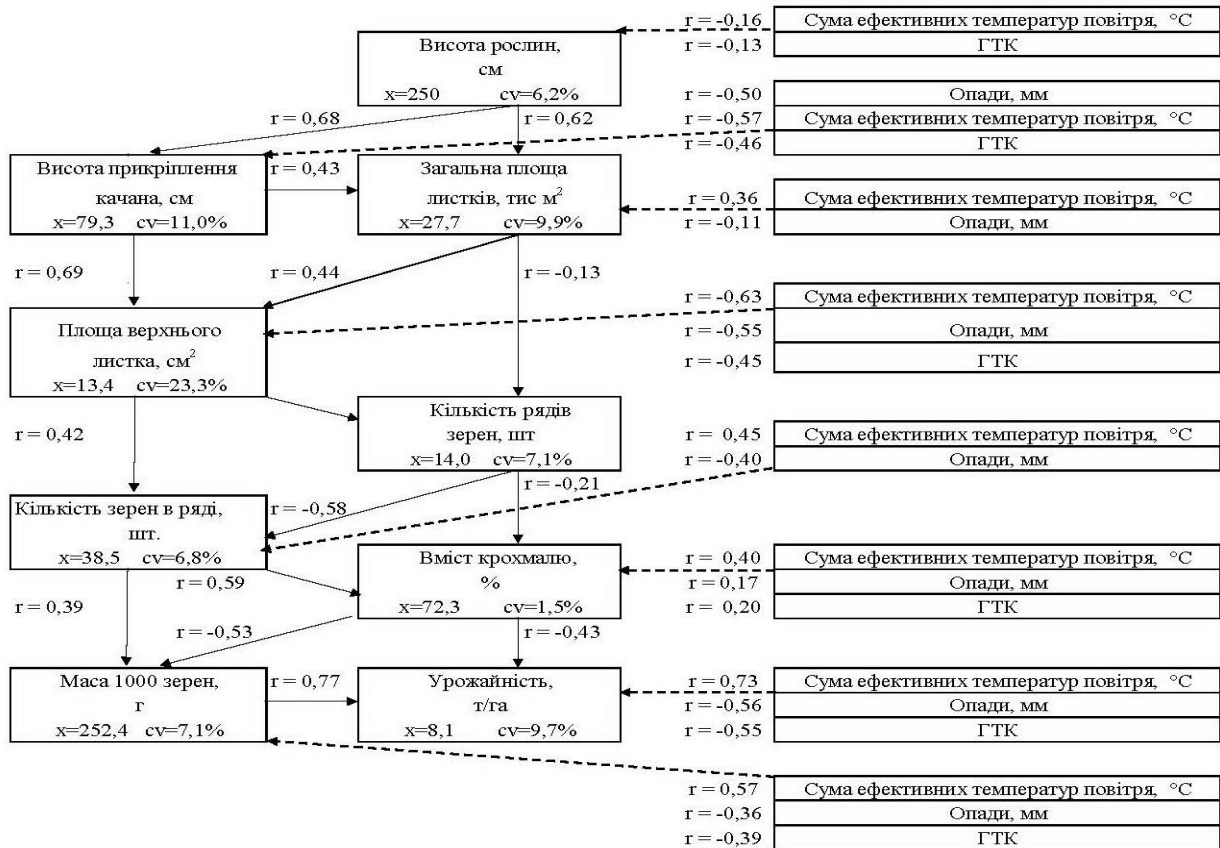


Рис. 7 Модель впливу погодних умов на формування фенотипової продуктивності ранньостиглих гібридів кукурудзи

Загальна площа листків у ранньостиглих гібридів кукурудзи формувалась у середньому по досліді на рівні 27,7 тис. м²/га та попри встановлені закономірності зв'язку з загальною висотою рослин визначала формування площі верхнього листка ($r = 0,44$) та незначно впливала на формування кількості рядів зерен в качані кукурудзи ($r = 0,13$). Найбільш ефективно на формування площі листкової поверхні впливала сума ефективних температур повітря ($r = 0,36$).

Площа верхнього листка досліджуваних ранньостиглих гібридів кукурудзи впливала на кількість зерен ($r = 0,42$) в ряді та формувалась під впливом суми ефективних температур ($r = -0,63$), кількості опадів ($r = -0,55$) та ГТК ($r = -0,45$).

Кількість рядів зерен у ранньостиглих гібридів кукурудзи є генетично обумовленим показником (14 шт.), що доволі незначно змінюється (коефіцієнт варіації 7,1 %) під впливом умов вирощування. А тому в наших дослідженнях не встановлено достовірного впливу умов вирощування на дану ознаку. Водночас

досліджено, що ознака кількості зерен у ряді (38,5 шт.) залежала від впливу суми ефективних температур ($r = 0,45$) та кількості опадів ($r = -0,40$). Також на формування цього показника впливали кількість рядів зерен ($r = -0,58$) та дана ознака визначала і загальний вміст крохмалю в зернах кукурудзи ($r = 0,59$).

Вміст крохмалю в зерні кукурудзи формується не тільки під впливом біологічних особливостей досліджуваних ранньостиглих гібридів, а й визначається умовами вирощування – сумою ефективних температур ($r = 0,40$), кількістю опадів ($r = 0,17$) та ГТК ($r = 0,20$). Вміст крохмалю від’ємно корелює з урожайністю ($r = -0,43$), що відповідає загальнобіологічним уявленням щодо затратності формування високого вмісту крохмалю та рівня продуктивності в кукурудзи.

Водночас маса 1000 насінин від’ємно корелює з вмістом крохмалю в насінні ($r = -0,53$) та позитивно з урожайністю кукурудзи ($r = 0,77$). Також на цю ознаку впливають сума ефективних температур ($r = 0,57$), кількість опадів ($r = -0,36$) та ГТК ($r = -0,39$).

Ранньостиглі гібриди кукурудзи у середньому за роки досліджень формували врожайність зерна на рівні 8,1 т/га; на цю ознаку значно впливали сума ефективних температур ($r = 0,73$), кількість опадів ($r = -0,56$) та ГТК ($r = -0,55$).

Також були розроблені аналогічні моделі впливу погодних умов на формування фенотипової продуктивності середньоранніх та середньостиглих гібридів кукурудзи. Аналізом визначено, що для гібридів цих груп стиглості зберігаються такі ж закономірності основних показників, під впливом яких формується продуктивність кукурудзи у тому числі і залежно від погодних умов.

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ

Економічна оцінка технології вирощування кукурудзи на зерно. Удосконалення елементів технології вирощування дає можливість максимально використовувати біологічні особливості кукурудзи незалежно від групи стиглості та забезпечити приріст урожайності, покращити якість зерна за мінімальних додаткових витрат.

За вирощування ранньостиглих гібридів кукурудзи рівень рентабельності склав 67,2%, середньоранніх – 85,8% та середньостиглих – 108,4%, тобто спостерігається зростання рівня рентабельності залежно від груп стиглості.

Встановлено, що ранній строк сівби забезпечив найбільший рівень рентабельності 106,1%, тоді як середній – 88,2% та пізній – 67,0%, тобто приріст від проведення раннього строку сівби становив 17,9-39,1%.

Позакореневе підживлення сприяло підвищенню врожайності на 0,82-1,38 т/га та збільшенню умовно чистого прибутку на 770-9975 грн./га та рівня рентабельності на 2,9-37,4%. Одноразове позакореневе підживлення забезпечило підвищення врожайності зерна на 0,84 т/га, а дворазове – 1,43 т/га, порівняно з контролем.

Найбільший рівень рентабельності отримали за сівби насінням великої фракції 117,9 % при загортанні насіння на глибину 7–8 см – 111,9 %.

Економічна оцінка вирощування гібридів кукурудзи для отримання

біоетанолу. Відомо, що переробка зерна кукурудзи на біоетанол вимагає додаткових затрат на переробку, але потрібно враховувати і вартість спирту та побічних продуктів (барда, виділений біогаз під час зброджування).

Ціна продажу біоетанолу в 2019 році в Україні склала 0,61 євро/л, в Європі – 0,96 євро/л. Витрати на переробку кукурудзи і виготовлення 1 дал спирту складають 3,71 дол. Відповідно 1 дал дорівнює 10 літрів спирту. В процесі виробництва біоетанолу ми використовували зерно із стандартною вологістю 14%, тому в загальній сумі витрат враховували витрати на доведення зерна до даного рівня вологості.

Встановлено, що виробництво біоетанолу із зерна кукурудзи забезпечує підвищення рівня рентабельності на 18,4-51,3%, порівняно з технологією вирощування на зерно.

ВИСНОВКИ

1. У дисертаційній роботі експериментально досліджено, теоретично узагальнено та вирішено наукове завдання щодо обґрунтування процесів формування продуктивності гібридів зернової кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного шляхом добору оптимального строку сівби, проведення позакорневих підживлень, використання різних розмірів фракції насіння та глибини його загорання. Встановлено залежність умов росту, розвитку та формування репродуктивних органів у підвищенні врожайності та якості зерна гібридів кукурудзи. Внаслідок вивчення цих заходів, розроблено теоретичні та практичні основи сучасної адаптивної технології вирощування кукурудзи.

2. Спостереження показали, що за пізнього строку сівби період «проростання насіння – повні сходи» у гібридів кукурудзи становить 9-14 діб та залежить від глибини загорання і фракції насіння. Із збільшенням глибини посіву та розмірів насіння даний період зростає на 2-3 доби, а міжфазний період «цвітіння качанів – повна стиглість зерна» – на 1-3 доби.

3. Встановлено тісний кореляційно-регресійний зв'язок між загальною площею листової поверхні та площею верхнього листка і між загальною площею листової поверхні і площею прикачанного листка. Коефіцієнт кореляції становив відповідно – 0,71 та 0,90. Подовження тривалості періоду вегетації сприяло збільшенню площі листової поверхні на 2,8-12,2 тис. м²/га, верхнього листка на 30-48 см², а прикачанного листка на 52-155 см² порівняно із ранньостиглою групою. За раннього строку площа листової поверхні зменшується на 1,3-2,3 тис. м²/га порівняно із середнім строком сівби.

4. Обприскування посівів мікродобривом Еколист Моно Цинк сприяло збільшенню вмісту цинку в 2,0-4,5 рази, хлорофілу на 5-36%, порівняно із контролем (без підживлення).

5. Виявлено, що стійкість кукурудзи до шкідників та хвороб обумовлюється погодними умовами року та строками сівби. Кількість пошкоджених рослин стебловим кукурудзяним метеликом за раннього строку сівби коливалась від 9,7 до 24,6%, середнього – від 1,5 до 15,2% та від 3,6 до 9,2% пізнього. Встановлено, що стебловим кукурудзяним метеликом пошкоджуються усі гібриди кукурудзи незалежно від групи стиглості. Ураження рослин пухирчастою сажкою

досліджуваних гібридів кукурудзи не перевищувала 5% та у групі ранньостиглих гібридів становила – 1,6 %, у групі середньоранніх та середньостиглих – 1,0 %.

6. Встановлено, що кількість полеглих рослин нижче качана за раннього строку сівби становила, для середньостиглої групи гібридів, 2,6-12,6 %, що складає 52,3-74,9 % від загального вилягання, за середнього строку сівби – 0,9-7,7 % полеглих рослин нижче качана, або 22,7-60,0 % від загального вилягання та за пізнього строку сівби – 0,1-0,5 %, або 7,4-22,2 % від загального вилягання.

7. Рівень вологовіддачі залежить від біологічних особливостей гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Найнижчий відсоток вологи зерна 21,9% визначено у гібридів ранньостиглої групи, проведення позакореневих підживлень сприяло збільшенню вологості зерна на 0,43-3,84% порівняно з контролем. За використання раннього строку сівби кукурудзи вологість зерна зменшується на 2,1-6,8% порівняно із пізнім, та зменшується на 0,1-0,8% за сівби на глибину 7-8 см, порівняно із загортанням його на – 10-11 см.

8. Найбільша кількість рядів зерен 15,2-17,2 шт. визначена у групі середньостиглих гібридів кукурудзи. Проведення позакореневих підживлень забезпечило зростання кількості рядів зерен на 0,1-0,9 шт. та підвищення урожайності зерна гібридів кукурудзи на 0,3-1,9 т/га, порівняно з контролем. Найбільша кількість зерен у ряді виявлена за подовження вегетаційного періоду та дворазового позакореневого підживлення мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза, що збільшувало кількість зерен у ряді на 0,6-3,6 шт. та масу 1000 зерен на 12,2-27,6 г, порівняно із контролем. Зростання маси 1000 зерен за комплексного використання позакореневих підживлень мікродобривами Еколист Моно Цинк, Росток кукурудза і бактеріальним препаратом Біомаг становить 1,5-29,7 г (або 1,6-10,6 %) порівняно з контролем.

9. Найвищу урожайність зерна кукурудзи отримали за вирощування середньостиглих гібридів – 11,32-14,00 т/га, яка за проведення позакореневих підживлень зростала на 0,3-2,3 т/га, порівняно з контролем.

10. Використання гібридів кукурудзи із тривалим вегетаційним періодом зубовидного підвиду забезпечило збільшення виходу біоетанолу на 0,602-1,194 тис. л/га та вмісту крохмалю в зерні на 1,53-2,56% порівняно з скоростиглими формами. Ранньостиглі гібриди кременисто-зубовидного та кременистого підвидів містять 71,56-73,33%, а зубовидні – 73,13-75,06% крохмалю. Застосування пізніх строків сівби сприяє зростанню вмісту крохмалю на 1,57-1,97% та призводить до зменшення виходу біоетанолу на 0,640-0,847 тис. л/га порівняно з раннім строком сівби. У посушливі роки формується нижчий вміст крохмалю 72,06-74,39% та 69,43-74,56% незалежно від досліджуваних факторів вегетації та елементів технології.

11. Позакореневі підживлення мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза забезпечували найбільший вміст крохмалю у зерні досліджуваних гібридів кукурудзи від 70,92-76,72 % до 71,45-76,72 %. За дворазового внесення мікродобрива Еколист Моно Цинк у поєднанні з бактеріальним препаратом Біомаг вихід біоетанолу збільшився на 0,72-0,90 тис. л/га, а вміст крохмалю на 1,18-1,85 % порівняно з контролем.

12. Найвищий вміст крохмалю в зерні кукурудзи 74,59 та 74,30 %

синтезується за сівби насінням середньої та великої фракції порівняно з використанням дрібної фракції насіння – 73,33 %. Загортання насіння на глибину 7-8 см забезпечує вміст крохмалю на рівні 74,31 %, що на 0,2-0,51% вище ніж за глибини загортання 4-5 та 10-11 см.

13. Проведений кластерний аналіз дозволяє більш ефективно добирати гібриди для вирощування за різними напрямками використання, зокрема і для виробництва альтернативних видів палива (біоетанолу).

14. Найвищий рівень рентабельності одержали за проведення двох позакореневих підживлень мікродобривом Еколист Моно Цинк (188,3-271,1%) у фази 5-7 та 10-12 листків кукурудзи. За раннього строку сівби ефективність технології вирощування кукурудзи підвищувалась на 58,6% порівняно з пізнім, за використання великої фракції насіння 179,3% та 171,4% за глибини загортання насіння 7-8 см.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Лісостепу правобережного для отримання максимальної урожайності зерна кукурудзи (10,57-14,0 т/га) з високим вмістом крохмалю (72,40-77,66 %) та виходом біоетанолу (3,545-5,806 тис. л/га) агроформуванням різних форм власності рекомендується:

– вирощувати середньостиглі гібриди кукурудзи (ДКС 4964, ДКС 3511, ДКС 4082), які характеризуються більшим вмістом крохмалю у зерні на 1,5-2,6% порівняно з ранньостиглими та середньоранніми гібридами;

– проводити сівбу за температури ґрунту +8 °С на глибині загортання насіння, середньою або великою фракцією насіння на глибину посіву 7–8 см, що сприяє збільшенню площі листової поверхні, тривалості періоду фотосинтетичної діяльності посівів, врожайності зерна на 1,9-2,3 т/га та виходу крохмалю і біоетанолу з одиниці площі – на 0,640-0,847 тис. л/га;

– позакореневе підживлення кукурудзи проводити мікродобривом Еколист Моно Цинк у нормі 2 л/га та Росток – 3 л/га у фази 5-7 та 10-12 листків культури, які забезпечують збільшення врожайності зерна на 0,3-2,3 т/га, вмісту крохмалю – на 1,18-1,85 %, виходу біоетанолу – на 0,1-1,04 тис. л/га та стійкість до основних хвороб і шкідників за зменшення кількості полеглих рослин.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Паламарчук В. Д., Коваленко О. А. Вплив строків сівби на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 4. С. 81-88. (0,56 друк. арк.. особистий внесок автора: висвітлено значення передзбиральної вологості зерна у вирощуванні зернової кукурудзи та залежність її від строків сівби; 75% або 0,42 друк. арк.).

2. Паламарчук В. Д., Коваленко О. А. Формування висоти закладання качанів у гібридів кукурудзи залежно від строків сівби. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Випуск 100. Том 2. С. 26-32. (0,79 друк. арк.. особистий внесок

автора: вивчено вплив строків сівби на лінійні розміри рослин у гібридів кукурудзи різних груп стиглості; 80% або 0,63 друк. арк.).

3. **Паламарчук В. Д.**, Климчук О. В. Альтернативні аспекти використання зерна кукурудзи для отримання біоетанолу. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2010. Вип. 42. Том. 4. С. 123-129 (0,31 друк. арк. *особистий внесок автора*: здійснено обґрунтування ефективності переробки зерна кукурудзи на біоетанолу із врахуванням обов'язкового зростання урожайності в Україні зернової маси; 85% або 0,26 друк. арк.).

4. **Паламарчук В. Д.**, Паламарчук О. Д. Перспективи вирощування та використання кукурудзи для отримання біопалива. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2011. Вип. 8(48). Вінниця. С. 13-19. (0,32 друк. арк., *особистий внесок автора*: вивчено ефективність виробництва із зерна кукурудзи біоетанолу, а із зеленої маси біогазу в Україні; 85% або 0,27 друк. арк.).

5. Паламарчук В. Д. Вплив застосування бактеріального добрива «Біомаг» на продуктивність гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Присвячується 30-річчю створення Вінницького національного аграрного університету Серія: Сільськогосподарські науки*. 2012. Вип. 4. № 63. С. 14-22. (0,42 друк. арк.).

6. **Паламарчук В.Д.**, Паламарчук О.Д., Волчанська І.В., Мельник В.В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність зернової кукурудзи. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки*. Вінниця. 2012. Вип. 1(57). С. 75-80. (0,40 друк. арк., *особистий внесок автора*: вивчено ефективність окремих елементів технології вирощування для формування високої продуктивності гібридів кукурудзи; 70% або 0,28 друк. арк.).

7. **Паламарчук В. Д.**, Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив системи удобрення на стійкість гібридів кукурудзи до стеблового кукурудзяного метелика. *Збірник наукових праць «Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків»*. 2013. Вип. 17 (том І). С. 240-244. (0,41 друк. арк., *особистий внесок автора*: висвітлений вплив позакореневих підживлень на імунологічний стан посівів зернової кукурудзи; 65% або 0,27 друк. арк.).

8. **Паламарчук В. Д.**, Поліщук М. І., Поліщук І. С., Колісник О. М., Паламарчук О. Д. Вплив елементів технології на розвиток кукурудзи для виробництва біоетанолу. *Збірник наукових праць «Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків»*. 2013. Вип. 19 (том І). С. 96-101. (0,41 друк. арк., *особистий внесок автора*: обґрунтовано переваги використання зерна кукурудзи для отримання біоетанолу, приведені елементи підвищення урожайності зерна кукурудзи; 55% або 0,23 друк. арк.).

9. **Паламарчук В. Д.**, Поліщук М. І., Паламарчук О.Д. Енергетична ефективність вирощування зернової кукурудзи залежно від позакореневих підживлень в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2014. Вип. 6, №83. С. 63-71. (0,44 друк. арк., *особистий внесок автора*: обґрунтовано необхідність застосування в сучасній системі удобрення при вирощуванні кукурудзи позакореневих підживлень та проведена їх енергетична оцінка; 75% або 0,33 друк. арк.).

10. Остапчук М. О., Поліщук І. С. Мазур О. В., **Паламарчук В. Д.** Мікробіологічні основи агротехнологій. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія:*

Сільське господарство та лісівництво. 2016. № 3. С. 32-43. (0,55 друк. арк.. особистий внесок автора: вивчено вплив бактеріальних препаратів на рівень продуктивності кукурудзи та ячменю ярого та зроблено відповідні обґрунтування; 60% або 0,33 друк. арк.).

11. **Паламарчук В. Д.**, Поліщук М. І., Паламарчук О.Д. Характеристика основних елементів технології вирощування зернової кукурудзи. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільське господарство та лісівництво*. 2016. №3. С. 57-64. (0,35 друк. арк.. особистий внесок автора: приведено характеристику ефективності застосування позакореневих підживлень гібридів кукурудзи у фазу 5-7 та 10-12 листків; 80% або 0,28 друк. арк.).

12. **Паламарчук В. Д.**, Гуць В. В. Вплив розмірів та глибини загортання насіння на прояв морфологічних ознак у гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2016 № 4. С. 94-101. (0,43 друк. арк.. особистий внесок автора: висвітлено залежність лінійних розмірів рослин від використання різних за розміром фракцій насіння та глибини його загортання; 80% або 0,34 друк. арк.).

13. Паламарчук В. Д. Вміст крохмалю у зерні гібридів кукурудзи залежно від строків посіву. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2017 № 7. Том 1. С. 37-45. (0,5 друк. арк.).

14. Паламарчук В. Д. Кількість рядів зерен та зерен у ряді в гібридів кукурудзи залежно від елементів технології. *Новітні агротехнології (Електронний науковий журнал)*. 2017. № 5. 8 с. URL: <http://jna.bio.gov.ua/issue/view/7327>. (0,71 друк. арк.)

15. Паламарчук В. Д. Вплив строків сівби на площу листової поверхні гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Аграрія*. 2018. №22(1). С. 290-299. (0,77 друк. арк.)

16. Паламарчук В. Д. Вплив строків сівби на лінійні розміри рослин гібридів зернової кукурудзи. *Науковий журнал «Наукові горизонти», «Scientific horizons»*. 2018. № 2 (65). С. 35-41. (0,78 друк. арк.).

17. Паламарчук В. Д. Вплив глибини загортання та фракції насіння на вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біоетанолу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. №2. С. 55-65. (0,85 друк. арк.).

18. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневих підживлень на стійкість гібридів кукурудзи до вилягання. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2018 № 8. С. 14-25. (0,76 друк. арк.).

19. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на кількість качанів у гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки. Рослинництво, кормо виробництво*. 2018, №8(785). С. 24-32. (0,60 друк. арк.).

20. **Паламарчук В.Д.**, Коваленко О.М. Вплив позакореневих підживлень на формування площі листової поверхні гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 2 (98). С. 32-38 (0,71 друк. арк.. особистий внесок автора: приведено характеристику площі листової поверхні та узагальнення результатів польових досліджень; 70% або 0,49 друк. арк.).

21. **Паламарчук В.Д.**, Коваленко О.М. Вплив позакореневих підживлень на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. *Зрошувальне*

землеробство. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон, 2018. Вип. 69. С. 58-63 (0,76 друк. арк.. *особистий внесок автора*: проведено експериментальні дослідження, аналіз результатів, підготовку та написання статті; 75% або 0,57 друк. арк.).

22. Паламарчук В. Д. Економічна оцінка гібридів кукурудзи залежно від позакоренових підживлень. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 12. С. 18-27. (0,45 друк. арк.).

Статті в наукових фахових виданнях України, які індексуються в міжнародних науково-метричних базах

23. Паламарчук В.Д. Вплив позакоренових підживлень на лінійні розміри рослин кукурудзи. *Науковий вісник НУБІП України. Серія Агрономія*. № 286 (2018). С. 231-244. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/view/10864>. (0,85 друк. арк.).

24. Паламарчук В. Д. Створення та вирощування гібридів кукурудзи для інтенсивних технологій. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2012. Частина 1. Агрономія, випуск 80. С. 68-74. URL: <http://journal.udau.edu.ua/assets/files/others/-Zbirnik-UNUS-80.Ch.1.pdf>. (0,40 друк. арк.).

25. Паламарчук В.Д. Характеристика гібридів кукурудзи за масою 1000 зерен та продуктивністю залежно від елементів технології. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. №1. С. 38-42. URL: <http://www.visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Bulleten2018/1/10.pdf> DOI 10/P1P95I2P10-0478-2018-1-P8-42 (0,80 друк. арк.).

26. Паламарчук В.Д. Вплив позакоренових підживлень на висоту кріплення качанів у гібридів кукурудзи. *Агробіологія. Збірник наукових праць*. Біла церква. 2018. №1(138). С. 89-98. URL: http://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/visnuk_agro-1-2018_0.pdf. (1,34 друк. арк.).

Статті в наукових виданнях інших держав

27. **Vitalii Palamarchuk**, Inna Honcharuk, Tetiana Honcharuk, Natalia Telekalo. Effect of the elements of corn cultivation technology on bioethanol production under conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018, Volume 8, Issue 3. 8(3), 47-54. ISSN: 2520-2138. (0,5 друк. арк.. *особистий внесок автора*: проведено польові дослідження та узагальнення отриманих результатів; 70% або 0,35 друк. арк.).

28. **Vitalii Palamarchuk**, Natalia Telekalo. The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24 (No 5) 2018, 783-790. (0,88 друк. арк.. *особистий внесок автора*: приведено характеристику елементів структури врожаю та узагальнення результатів польових досліджень; 80% або 0,70 друк. арк.).

Статті, що додатково висвітлюють результати досліджень

29. Паламарчук В. Д. Вплив висоти рослин та висоти прикріплення качанів на придатність гібридів кукурудзи до механізованого вирощування. *Хранение и*

переработка зерна. Научно-практический журнал. 2010. Март, №3. С. 23-24 (0,13 друк. арк.).

30. **Паламарчук В. Д.,** Паламарчук О. Д., Колісник О.М. Селекція та створення гібридів кукурудзи, придатних до механізованого вирощування та виробництва альтернативних джерел енергії. *Хранение и переработка зерна. Научно-практический журнал.* 2011. №2(140). С. 23-25 (0,13 друк. арк.. *особистий внесок автора:* проаналізовано та вивчено можливість застосування інтенсивних технологій вирощування на основі придатності кукурудзи до механізованого вирощування та збирання; 77% або 0,1 друк. арк.).

31. **Паламарчук В. Д.,** Паламарчук О. Д. Вирощування кукурудзи на зерно та перспективи отримання альтернативних джерел енергії. *Хранение и переработка зерна. Научно-практический журнал.* 2011. №10(148) октябрь. С. 23-25. (0,13 друк. арк., *особистий внесок автора:* визначенні перспективні напрямки вирощування зернової кукурудзи в тому числі і для переробки на альтернативні види енергії; 77% або 0,1 друк. арк.).

32. Паламарчук В. Д. Вплив строків сівби гібридів кукурудзи на стійкість проти хвороб та шкідників. *Хранение и переработка зерна. Научно-практический журнал.* 2012. №6(156) июнь. С. 22-24. (0,13 друк. арк.).

33. **Паламарчук В. Д.,** Азуркін В. О. Підживлення кукурудзи. *Farmer the Ukrainian.* 2016. №6(78), червень. С. 63. (0,1 друк. арк.. *особистий внесок автора:* досліджено вплив сучасних систем удобрення гібридів кукурудзи на зернову продуктивність та комплекс господарсько-цінних ознак; 80% або 0,08 друк. арк.).

Науково-практичні рекомендації

34. Елементи сучасної технології вирощування гібридів кукурудзи придатних для виробництва біоетанолу. *Методичні рекомендації / укладачі:* В.Д. Паламарчук. Вінниця: ВНАУ, 2018. 28 с. (1,26 друк. арк.).

Матеріали наукових конференцій

35. **Паламарчук В. Д.,** Паламарчук О. Д. Влияние микроудобрений на продуктивность гибридов кукурузы. *Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых «Молодежь и инновации - 2013» (г. Горки, 29-31 мая 2013 г.).* Часть 1. Республика Беларусь, г. Горки. С. 278-282 (0,2 друк. арк.; *особистий внесок автора:* висвітлений вплив позакореневих підживлень мікродобривами на продуктивність посіви зернової кукурудзи; 60% або 0,06 друк. арк.).

36. **Паламарчук В. Д.,** Колісник О. М., Паламарчук О. Д. Особенности адаптивной технологии выращивания гибридов кукурузы. *Материалы IX международной научно-практической конференции «НАУКА в информационном пространстве» (10-11 жовтня).* Сучасні проблеми та їх вирішення. Дніпропетровськ, 2013. Том 7. С. 65-68. (0,18 друк. арк.; *особистий внесок автора:* обґрунтоване використання в сучасних технологіях адаптивних властивостей сучасних гібридів; 83% або 0,15 друк. арк.).

37. **Паламарчук В. Д.,** Поліщук М. І., Колісник О. М., Коваленко О. А. Підвищення продуктивності гібридів кукурудзи залежно від позакореневих підживлень в умовах правобережного Лісостепу України. *Матеріали доповідей*

міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи вирощування енергетичних культур» (16-17 жовтня). Миколаїв, 2013. С. 31-32. (0,1 друк. арк.; особистий внесок автора: висвітлено вплив позакореневих підживлень мікродобривами, регуляторами росту росли та бактеріальними препаратами на продуктивність гібридів кукурудзи; 50% або 0,05 друк. арк.).

38. **Паламарчук В. Д.**, Поліщук М. І., Поліщук І. С., Колісник О. М., Паламарчук О. Д. Вплив елементів технології на розвиток кукурудзи для виробництва біоетанолу. Друга міжнародна науково-практична конференція, 22-23 жовтня 2013 р. Біоенергетика: вирощування біоенергетичних культур, виробництво та використання біопалива. Київ-2013.

39. **Паламарчук В. Д.**, Гуць В. В. Вплив розмірів насіння на продуктивність гібридів кукурудзи. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир: Вид-во «Полісся», 2015. С. 457-459. (0,14 друк. арк.; особистий внесок автора: описано вплив розмірів насіння на продуктивність гібридів кукурудзи; 71% або 0,1 друк. арк.).

40. **Паламарчук В. Д.**, Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Особливості застосування бактеріального препарату «Біомаг» при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Органічне виробництво і продовольча безпека*. Житомир: Вид-во «Полісся», 2015. С. 621-625. (0,23 друк. арк.; особистий внесок автора: висвітлено важливість застосування бактеріальних препаратів при вирощуванні кукурудзи для підвищення її продуктивності та покращення умов навколишнього природного середовища; 86% або 0,2 друк. арк.).

41. **Паламарчук В. Д.**, Гуць В. В. Вплив розмірів насіння на прояв господарсько-цінних ознак у гібридів кукурудзи. *Всеукраїнська науково-практична конференція "Сучасні агротехнології: тенденції та інновації"*, 17-18 листопада, Секція 3. 2015. С. 315-317 (0,14 друк. арк.; особистий внесок автора: досліджено вплив розмірів насіння на комплекс господарсько-цінних ознак у гібридів кукурудзи; 71% або 0,1 друк. арк.).

42. **Паламарчук В. Д.**, Коваленко О. А. Формування площі листової поверхні гібридів кукурудзи під впливом позакореневих підживлень. *Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет - конференції «Сучасні проблеми та досягнення сільського господарства у XXI сторіччі»*. Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2018. 56 с. (С. 2.) (0,1 друк. арк.; особистий внесок автора: досліджено вплив позакореневих підживлень на площу листової поверхні у гібридів кукурудзи різних груп стиглості; 70% або 0,07 друк. арк.).

Підручники та посібники

43. **Паламарчук В. Д.**, Поліщук І. С., Єрмакова Л. М., Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій (2-ге видання виправлене та доповнене). Навчальний посібник з грифом МОН. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 370 с. (16,82 друк. арк.).

44. **Паламарчук В. Д.**, Поліщук І. С., Єрмакова Л. М., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: підручник з грифом МОН. Вінниця: ФОП Данилюк, 2013. 625 с. (28,41 друк. арк.).

45. Каленська С.М., Єрмакова Л. М., **Паламарчук В. Д.**, Поліщук І. С.,

Поліщук М. І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник з грифом МОН. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с. (20,36 друк. арк.).

46. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві: підручник. Вінниця, 2017. 588 с. (*гриф ВНАУ Протокол №12 від 16.06.2017*). (26,72 друк. арк.).

АНОТАЦІЯ

Паламарчук В. Д. Науково-теоретичне обґрунтування технології вирощування та адаптивності гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальність 06.01.09. «Рослинництво» – Подільський державний аграрно-технічний університет Міністерства освіти і науки України, Кам'янець-Подільськ, 2020.

У роботі висвітлено результати комплексних досліджень проведених упродовж 2011-2017 рр., щодо вивчення теоретичних та практичних аспектів формування продуктивності кукурудзи та переробки її на біопаливо.

Встановлено, що ранній строк сівби сприяє формуванню максимальної висоти рослин (255,7-283,3 см) та кріплення качанів (94,3-97,9 см), а також знижує передзбиральну вологості зерна на 2,1-6,8 %. Найменша передзбиральна вологість зерна була за глибини загортання насіння 4 та 7 см. Використання великої фракції насіння забезпечує зниження вологості стрижня качана на 1,54-2,24 % порівняно з використанням дрібної фракції насіння.

Найвищий рівень урожайності отримано за вирощування середньостиглих гібридів кукурудзи – 11,32-14,00 т/га. Проведення позакореневих підживлень забезпечує зростання урожайності досліджуваних гібридів кукурудзи на 0,3-2,3 т/га порівняно з контролем.

Одноразове позакореневе підживлення забезпечує зростання на 0,10-0,65 тис. л/га виходу біоетанолу, рентабельності на 15,5%, а дворазове – на 0,30-1,04 тис. л/га та біоетанолу – на 29,5% порівняно з контролем. Застосування суміші мікродобрива Еколист Моно Цинк із бактеріальним препаратом Біомаг у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи сприяє зростанню вмісту крохмалю 1,18-1,85%.

Застосування раннього строку сівби підвищує ефективність технології вирощування кукурудзи на 58,6% порівняно із пізнім. Використання дрібної фракції насіння забезпечило рівень рентабельності – 156,5%, середньої 176,5% і великої 179,3%. За мілкої глибини (4-5 см) загортання рівень рентабельності становив 172,6%, середньої (7-8 см) – 171,4%, великої (10-11 см) – 168,2%.

Ключові слова: кукурудза, біопаливо, фракція насіння, позакореневі підживлення, глибина загортання, строки сівби.

АННОТАЦИЯ

Паламарчук В. Д. Научно-теоретическое обоснование технологии выращивания и адаптивности гибридов кукурузы для производства

биоэтанола в условиях Лесостепи правобережной. - Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09. «Растениеводство» - Подольский государственный аграрно-технический университет Министерства образования и науки Украины, Каменец-Подольск, 2020.

В работе представлены результаты комплексных исследований проведенных в 2011-2017 гг. по изучению теоретических и практических аспектов формирования продуктивности кукурузы и переработки ее на биотопливо.

Установлено, что ранний срок посева способствует формированию максимальной высоты растений (255,7-283,3 см) и крепления початков (94,3-97,9 см), а также снижению предуборочной влажности зерна на 2,1-6,8%. Наименьшая предуборочная влажность зерна была при глубине заделки семян 4-5 и 7-8 см. Использование крупной фракции семян обеспечивает снижение влажности стержня початка на 1,54-2,24% по сравнению с использованием мелкой фракции семян.

Однократная внекорневая подкормка обеспечивает увеличение выхода биоэтанола на 0,10-0,65 тыс. л/га, рентабельности на 15,5%, а двукратное – на 0,30-1,04 тыс. л/га и биоэтанола – на 29,5% по сравнению с контролем. Применение смеси микроудобрения Еколист Моно Цинк с бактериальным препаратом Биомаг в фазу 5-7 и 10-12 листьев кукурузы способствует росту содержания крахмала 1,18-1,85%.

Наибольший уровень урожайности получен при выращивании среднеспелых гибридов кукурузы – 11,32-14,00 т/га. Проведение внекорневых подкормок обеспечивает рост урожайности исследуемых гибридов кукурузы на 0,3-2,3 т/га по сравнению с контролем.

Применение раннего срока посева повышает эффективность технологии выращивания кукурузы на 58,6% сравнению с поздним. Использование мелкой фракции семян обеспечило уровень рентабельности 156,5%, средней – соответственно 176,5%, большой – 179,3%. При мелкой глубине (4-5 см) заделки семян уровень рентабельности составил 172,6%, средней (7-8 см) – 171,4%, большой (10-11 см) – 168,2%, соответственно.

Ключевые слова: кукуруза, биотопливо, фракция семян, внекорневые подкормки, глубина заделки, сроки посева.

ABSTRACT

Palamarchuk V. D. Scientific and theoretical substantiation of the cultivation technology and adaptability of corn hybrids for biofuel production under Conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the scientific degree of Doctor of Agricultural Sciences in specialty 06.01.09 – Plant Cultivation. – State agrarian and engineering university in Podilia of Ministry of education and science of Ukraine, Kamenetz-Podolsk, 2020.

The thesis presents the results of integrated studies conducted during 2011-2017 on the research of theoretical and practical aspects of corn production for its processing into

biofuels.

The works of domestic and foreign scientists on the characteristics of corn cultivation in Ukraine and abroad are analyzed. The effect of vegetation and technology factors on the productivity and starch content in grain is highlighted.

It has been found that an increase in the size of seed fraction contributes to the extension of “cob flowering-full grain maturity” period in the studied corn hybrids on average by 1-3 days. An increase in the seeding depth up to 11 cm extends the duration of the period of “seeding-germinating” by 2-3 days compared to the shallow seeding depth of 4-5 cm. Extension of the duration of the growing season leads to an increase in the leaf surface area by 2.9-12.3 thousand m²/ha, late planting date – by 2.9-5.2 thousand m²/ha compared to the early one; foliar nutrition – by 0.3-5.6 thousand m²/ha compared to the control; application of the large seed fraction – by 3.7-7.0 thousand m²/ha compared to small ones; the largest leaf surface area (31.8 thousand m²/ha) is formed under the seeding depth of 7-8 cm.

Foliar nutrition increases chlorophyll content by 5-36%, facilitates an increase in the content of nitrogen, phosphorus, potassium and zinc in the vegetative mass of plants, the number of kernel rows per cob by 0.1-0.9 pieces, the mass of 1,000 seeds by 12.2-27.6 g, an increase in plant resistance to major diseases and pests compared to the control (without nutrition). The highest zinc content in the vegetative organs of plants, which exceeded the control by 2,0-4,5, has been noted in the variants with double application of microfertilizer Ecolist Mono Zinc.

Early planting date contributes to achieving the maximum value of the plant height (255.7-283.3 cm) and cob placement (94.3-97.9 cm), reduction of the pre-harvesting grain moisture content by 2.1-6.8%. The lowest pre-harvesting grain moisture content was under the seeding depth of 4 and 7-8 cm. Application of large seed fraction provides a reduction in the grain moisture content by 1.54-2.24% compared to the application small seed fraction.

Single foliar nutrition provided growth of bioethanol output by 0.10-0.65 thousand l/ha, profitability by 15.5%, while double foliar nutrition provided an increase by 0.30-1.04 thousand l/ha and 29.5 %, respectively, compared to the control. Application of a mixture of microfertilizer Ecolist Mono Zinc and a bacterial agent Biomag in the phase of 5-7th and 10-12th corn leaves contributed to an increase in starch content by 1.18-1.85% compared with control.

Under early planting date, the effectiveness of the technology of corn cultivation increased by 58.6% compared with the late one. Application of small seed fraction provided profitability of 156.5%, medium-size seed fraction – 176.5%, and large one – 179.3%. Under shallow seeding depth (4-5 cm), the level of profitability was 172.6%, under mid seeding depth (7-8 cm) it was 171.4%, and under deep seeding depth (10-11 cm) – 168.2%.

Key words: corn, biofuel, seed fraction, foliar nutrition, seeding depth, planting date.