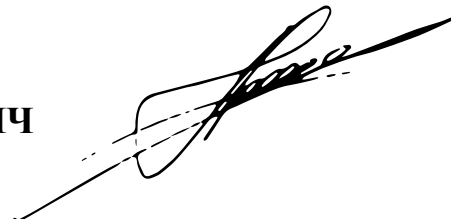


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**ТАРАН ВІТАЛІЙ ГРИГОРОВИЧ**



УДК 631.52/.53.048:631.8:633.15(477.41)

**ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД МОРФОТИПУ  
РОСЛИН, ГУСТОТИ СТОЯННЯ Й УДОБРЕННЯ В УМОВАХ  
ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.09 «Рослинництво»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано у Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник** доктор сільськогосподарських наук,  
професор, член-кореспондент НААН  
**Каленська Світлана Михайлівна,**  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України,  
завідувач кафедри рослинництва

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**Коковіхін Сергій Васильович,**  
Інститут зрошуваного землеробства НААН,  
заступник директора з наукової роботи

кандидат сільськогосподарських наук  
**Глушко Тетяна Вікторівна,**  
Державний вищий навчальний заклад  
«Херсонський державний аграрний університет»,  
доцент кафедри механізації  
та безпеки життєдіяльності

Захист відбудеться «14» травня 2019 року о 13<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.10 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 301

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «    » квітня 2019 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Л. А. Гарбар

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Кукурудза – одна з найбільш поширених польових культур в Україні та за її межами. За валовими зборами зерна кукурудза займає перше місце в світі, випереджаючи пшеницю і рис. Культура має високий потенціал продуктивності та є універсальною у використанні.

Генотипи кукурудзи різняться щодо діапазону реакції на біотичні та абіотичні чинники. Селекцією, біологією і технологічними особливостями вирощування кукурудзи займалися і продовжують свої дослідження багато вітчизняних та іноземних вчених, серед яких: В. С. Циков, О. В. Устименко, С. П. Заїка, О. П. Якунін, Б. В. Дзюбецький, М. Я. Кирпа, С. Ю. Коковіхін, Ю. І. Ткаліч, С. М. Крамарьов, В. В. Базалій, В. Л. Жемойда, М. J. Unkovich, R. S. Sharifi, M. Shafi та ін.

У сучасному рослинництві надається значна увага формуванню стійких до стресових умов рослин завдяки архітектоніці рослини. Архітектоніка кореневої системи та надземної частини рослини залежить від генетичних особливостей гібрида, погодних умов, а також ґрунту, його температури та вологості, забезпеченості елементами живлення. З огляду на це, встановлення особливостей її формування та взаємозв'язок з урожайністю є надзвичайно актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація є складовою частиною науково-технічної програми кафедри рослинництва Національного університету біоресурсів і природокористування України за темами «Наукове обґрунтування та практична реалізація біоресурсного потенціалу польових культур за зниження впливу стресових чинників довкілля» (номер державної реєстрації 0115U003378, 2015–2016 рр.); «Обґрунтування параметрів розширення біорізноманіття польових культур у виробництві біологічно- та енергетично цінної продукції» (номер державної реєстрації 0116U001587, 2016–2017 рр.).

**Мета та завдання дослідження.** Мета дисертаційного дослідження полягала у встановленні особливостей формування урожайності та якості зерна гібридів різного морфотипу, залежно від густоти стояння рослин й норм добрив, та у розробленні адаптивних технологій вирощування гібридів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Для реалізації поставленої мети було визначено наступні завдання:

- виявити залежність між густотою стояння рослин на площі, їх забезпеченістю елементами живлення, морфотипом рослин та формуванням урожайності;
- визначити особливості формування кореневої системи рослин залежно від гібрида, системи живлення та норми висіву;
- встановити оптимальні комбінації норм добрив, густоти стояння рослин для восьми досліджуваних гібридів за формування господарсько-цінної частини врожаю шляхом розрахунку індексу врожайності та аналізу структури врожаю;
- ідентифікувати гібриди кукурудзи щодо стабільності та пластичності врожайності;

– встановити якість зерна гібридів кукурудзи залежно від морфотипу, густоти стояння рослин та норм добрив;

– виявити економічну та енергетичну ефективність технологій вирощування гібридів кукурудзи.

*Об'єкт дослідження* – процес формування врожайності та якості зерна кукурудзи залежно від морфотипу рослин, густоти стояння рослин на площі та удобрення.

*Предмет дослідження* – гібриди кукурудзи, врожайність, якість зерна, добрива, норма висіву, архітектоніка надземної частини рослини та кореневої системи, індекс урожайності, економічна та енергетична ефективність технологій вирощування.

**Методи дослідження:** візуальний – для проведення фенологічних спостережень; польовий – з метою вивчення впливу погодних умов та технологічних елементів на об'єкт досліджень; аналогії – при проведенні порівняння між варіантами; ваговий – для визначення продуктивності та структури врожаю; лабораторний – визначення показників якості насіння; математичні та статистичні методи – для обробки результатів досліджень.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що *вперше* для умов Правобережного Лісостепу України:

– встановлено особливості формування та будови кореневої системи гібридів різних груп стиглості та морфотипу рослин, залежно від удобрення та густоти стояння рослин;

– ідентифіковано гібриди щодо реакції на густоту стояння рослин, норми добрив та ефективності продукційного процесу;

– доведено можливість управління стабільністю та пластичністю гібридів кукурудзи за критерієм урожайності шляхом впровадження адаптивних технологій вирощування гібридів кукурудзи з урахуванням морфотипу рослин;

– проведено аналіз структури врожаю та встановлено індекси врожайності для гібридів різних груп стиглості та морфотипу;

– проведено порівняльну оцінку якості зерна гібридів кукурудзи, залежно від технології вирощування та морфотипу рослин.

*Набуло подальшого розвитку:*

– теоретичне та практичне обґрунтування положень щодо травмування насіння кукурудзи під час збирання;

– економічне та енергетичне обґрунтування ефективності технологій вирощування кукурудзи.

*Удосконалено* градацію норм добрив та густоту стояння рослин кукурудзи, залежно від морфологічних особливостей гібридів кукурудзи.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в доведенні, розробленні та впровадженні у виробництво адаптивних технологій вирощування гібридів кукурудзи, зважаючи на морфотип рослин та їх реакції на густоту стояння та норми добрив, а також у розробленні сортових технологій вирощування гібридів та впровадження їх у виробництво.

**Особистий внесок здобувача.** Здобувачем опрацьовано та узагальнено наукову літературу за темою дисертації, самостійно підібрано та застосовано

методики дослідження, проведено польові та лабораторні дослідження, проаналізовано експериментальний матеріал і узагальнено отримані результати, зроблено висновки та пропозиції виробництву, підготовлено до видання та опубліковано наукові статті, написано дисертацію.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати та положення дисертації оприлюднено та обговорено на: Всеукраїнській науково-практичній відео-онлайн конференції «Біорізноманіття України в забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки» (м. Київ, м. Мукачево, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Ефективність використання екологічного аграрного виробництва» (м. Київ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Ефективність використання екологічного аграрного виробництва» (м. Київ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародній науковій конференції «SEAB – 2018» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародному семінарі з рослинництва (м. Бернбург, Федеративна Республіка Німеччина, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Вплив змін клімату на онтогенез рослин» (м. Миколаїв, 2018 р.); II Міжнародній науково-практичній відео-онлайн конференції «Інновації в освіті, науці та виробництві» (м. Київ, 2018 р.).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 13 наукових праць, з яких 2 статті у наукових фахових виданнях України, 4 статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 7 тез наукових доповідей.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертацію викладено на 156 сторінках. Робота складається з анотацій, вступу, шести розділів, які містять 27 таблиць, 19 рисунків, висновків та пропозицій виробництву, списку використаних джерел, який містить 264 найменування, додатків.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ**

(огляд літератури)

У розділі наведено аналіз результатів досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів щодо біологічних та технологічних особливостей вирощування кукурудзи, реалізації генетичного потенціалу гібридів, якості зерна. На основі аналізу наукових джерел визначено завдання дослідження та шляхи їх вирішення.

### **УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ**

*Ґрунтові, кліматичні, погодні умови проведення дослідження.* Дослідження за темою дисертації виконано в Національному університеті біоресурсів і природокористування України в 2015–2018 рр. Експериментальну частину роботи проведено в науково-навчальній лабораторії «Аналітичні дослідження у рослинництві» та в тимчасовому багатофакторному польовому

досліді в Правобережному Лісостепу України на чорноземах типових (с. Зікращі Кагарлицького району, Київської області).

Погодні умови за роки досліджень суттєво різнилися між собою, порівняно з багаторічними даними Миронівської метеорологічної станції, яка знаходиться в регіоні проведення польових дослідів.

Кількість опадів в 2015 році за період квітень – серпень була значно нижчою, порівняно з багаторічними даними (табл. 1). Лише в березні випало 60 мм опадів (181 %), що сприяло накопиченню вологи в передпосівний період. За сумою опадів 2016 рік наближався до типових умов, проте в липні, серпні та особливо у вересні випало критично мало опадів, що зумовило зниження диференціації генеративних органів та врожайності. За рівнем забезпечення вологою 2017 рік був несприятливим для росту та розвитку кукурудзи, з огляду на низьке забезпечення вологою в передпосівний період та на ранніх мікростадіях розвитку (березень – червень) і значний дефіцит вологи в серпні та вересні. Виключенням став лише липень та жовтень – випало відповідно на 14 та 47 мм більше опадів, порівняно з багаторічними даними.

Таблиця 1

**Сума опадів (мм) та коефіцієнти суттєвості відхилень  
від багаторічних даних**

Рік	Місяць												Сума
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2015	33,3	21,1	60	24	21	10	50	10	44	27	46	18,8	365,2
2016	71,0	42,8	36	55	91	68	19	37	2,2	75	44	30,8	571,8
2017	31,7	33,6	12	43	23	22	102	20	13	74	52	115	541,3
БР*	34	32	33	45	44	77	88	61	41	27	39	44	455
Коефіцієнт суттєвості відхилень опадів													
2015	-0,1	-0,7	1,1	-1,3	-0,6	-2,2	-0,9	-3,7	0,1	0,0	1,7	-0,5	
2016	1,6	1,3	0,1	0,9	1,4	-0,2	-1,6	-1,8	-1,8	1,7	1,2	-0,2	
2017	-0,1	0,1	-0,9	-0,2	-0,6	-1,4	0,3	-3,0	-1,3	1,7	3,1	1,4	

Примітка. \*БР – багаторічні дані

Середньодобові температури повітря, впродовж всіх років проведення дослідження, були значно вищими, порівняно з багаторічними даними (табл. 2). Лише в жовтні 2015 й 2016 років, а також листопаді 2016 року температура була дещо нижчою, порівняно з багаторічними даними. Розрахунки коефіцієнтів суттєвості відхилень середніх добових температур від багаторічних та їх аналіз дозволили встановити, що з 36 місяців (2015–2017 рр.) лише температурні умови 9 місяців (25 %) належать до категорії «Умови, близькі до звичайних»; 7 місяців (19 %) – «Умови, що сильно відрізняються від звичайних»; 20 місяців (56 %) – «Умови, наближені до рідкісних».

Таким чином, впродовж 27 місяців (75 %) температурний режим неабияк відрізнявся від багаторічних показників середніх добових температур із значним їх перевищенням в період активної вегетації рослин.

**Середньодобова температура повітря (°С)  
°Ста коефіцієнти суттєвості відхилень**

Рік	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середньодобова температура повітря, °С												
2015	-0,9	-1,0	4,7	9,3	16,3	19,4	21,5	21,5	18,2	7,1	4,7	1,8
2016	-5,8	2,5	4,2	12,4	15,2	20,1	22,2	21,1	15,7	6,7	1,4	-1,8
2017	-5,3	-2,2	6,0	10,4	15,4	20,6	20,9	22,4	17,0	8,6	3,5	2,1
2015–2017	-4,0	-0,2	4,9	10,7	15,6	20,0	21,5	21,7	17,0	7,5	3,2	0,7
Багаторічні дані	-5,6	-4,5	0,4	8,6	15	18	19,4	18,7	14,2	7,9	2,0	-2,5
Коефіцієнти суттєвості відхилень температур												
2015	1,8	1,2	4,8	0,4	2,2	2,3	3,5	4,0	3,2	-0,8	1,6	1,9
2016	-0,1	2,6	4,2	2,4	0,3	3,5	4,7	4,0	1,2	-1,2	-0,3	0,3
2017	4,0	2,7	6,2	1,1	0,7	4,3	2,5	5,3	2,6	0,7	0,9	2,1

За перевищення середньої добової температури та нестачі вологи в 2015 та 2017 роках створилися умови, які не сприяли реалізації генетичного потенціалу гібридів на високому рівні.

*Методика проведення дослідження.* Для досягнення поставленої мети закладався багатофакторний польовий дослід (табл. 3).

Таблиця 3

**Схема дослідів**

ПВ <sup>1</sup>	Гібрид, чинник А	ГСГ <sup>2</sup>	ПВ <sup>1</sup>	Густота стояння рослин, тис. шт./га, чинник В	ПВ <sup>1</sup>	Норма добрив, кг/га д. р., чинник С
A1	Дніпровський 257	ср	B1	60	C1	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>
A2	Сігма	ср				
A3	Гарант	ср			C2	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>
A4	Ражт Александра	сс				
A5	Кубус	сс	B2	90	C3	N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub>
A6	Москіто	сс				
A7	Сенсор	сс			C4	N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>
A8	КВС 381	сс				

Примітки. <sup>1</sup>ПВ – позначення варіанта; <sup>2</sup>ГСГ – група стиглості гібрида; ср – середньоранній; сс – середньостиглий

Агротехніка кукурудзи – загальноприйнята для зони Лісостепу, за винятком досліджуваних елементів технології. Обробіток ґрунту включав проведення восени оранки зяблевої плугом ПЛН-5-35. Весною проводили закриття вологи (АБ-12) та передпосівну культивуацію (АП-6). Кукурудзу висівали 30 квітня – 4 травня, залежно від умов року. Розмір облікової ділянки 50 м<sup>2</sup> за чотириразового повторення. Розміщення ділянок систематичне.

Мінеральні добрива застосовували у вигляді нітроамофоски (16:16:16) – вносили під передпосівний обробіток ґрунту та аміачної селітри (34,4 %) – вносили одночасно з сівбою. Для захисту посівів від бур'янів використовували гербіцид МайсТер, який застосовували одноразово за норми 0,15 кг/га у фазу 5 листків кукурудзи за допомогою обприскувача ОП-2000. Попередником кукурудзи була пшениця озима. Збирання врожаю проводили поділяночно прямим комбайнуванням та попереднім відбиранням пробних рослин для розрахунку біологічної врожайності кукурудзи та структури врожаю.

При виконанні дослідження використовували методики, рекомендовані для лабораторних та польових досліджень. Аналіз погодних даних проводили з використанням коефіцієнта суттєвості відхилень показників порівняно з багаторічними даними, який розраховували за формулою:

$$K_c = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sigma},$$

де  $K_c$  – коефіцієнт суттєвості відхилень;  $X_i$  – елементи поточної погоди;  $\bar{X}$  – показник середньої багаторічної величини;  $\sigma$  – середнє квадратичне відхилення. Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень відповідає градації:  $K_c < 1$  – умови близькі до звичайних;  $K_c = 1,2$  – умови суттєво відрізняються від середніх багаторічних;  $K_c > 2$  – умови наближені до рідкісних.

Дослідження кореневої системи рослин гібридів кукурудзи здійснювали в фазу 8 листків шляхом викопування траншей з довжиною та шириною стінки 70×200 см на глибину 70 см з подальшим відмиванням кореневої системи. Відміту кореневу систему зважували, підраховували кількість вузлових коренів, вимірювали їх довжину. Одночасно відбирали надземну частину рослини – зважували, вимірювали висоту рослин, ширину та довжину листків і розраховували площу листків шляхом подальшого їх множення між собою і на коефіцієнт 0,75; обчислювали співвідношення ваги та лінійних розмірів надземної та підземної маси.

Посівні якості насіння визначали відповідно до ДСТУ 2240:93 «Насіння сільськогосподарських культур: Сортові та посівні якості» (1994) та ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур: Методи визначення якості» (2003). Відбір пробних зразків та визначення структури врожаю проводили за Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур (2000). Оцінку екологічної пластичності та стабільності проводили згідно методики S. A. Eberhart, W. A. Russel (1966). Якість зерна визначали з використанням методу інфрачервоної спектрометрії.

Економічну ефективність технологій вирощування кукурудзи обраховували за технологічними картами вирощування та Методичними вказівками з визначення економічної оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями (2007). Енергетичну ефективність технологій визначали за методикою О. К. Медведовського та П. І. Іваненка (1988). Варіаційно-статистичне оброблення даних здійснювали за методами кореляційного і дисперсійного аналізу з використанням програмного забезпечення «MS Office 2010» та «Statistica 6».

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН ГІБРИДІВ РІЗНОГО МОРФОТИПУ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН Й УДОБРЕННЯ

*Лінійний ріст, розвиток та функціонування листкової поверхні рослин кукурудзи.* Висота рослин – генетична ознака, яка змінюється в певному діапазоні залежно від забезпечення рослин елементами живлення, вологою, теплом та іншими чинниками. Інтенсивність лінійного росту рослин визначалася нормами добрив: для всіх гібридів характерна позитивна реакція рослин на зростаючі норми добрив. Висота рослин у фазі 8 листків коливалася від 41,0 до 64,2 см.

Площа листкової поверхні рослин кукурудзи значно змінювалася залежно від норм добрив, густоти стояння рослин та гібрида. І в фазі 8 листків в групі середньоранніх гібридів становила 567,2–800,4 см<sup>2</sup>/рослину; середньостиглих – 591,7–994,6 см<sup>2</sup>/рослину. Лінійні розміри листків та площа листків окремої рослини зростали за збільшення норми добрив. Проте, за більшої густоти вона була меншою, порівняно з меншою густотою рослин. Площа листкової поверхні посіву в фазі 8 листків становить 3,40–7,85 тис. м<sup>2</sup>/га. За збільшення норм добрив та кількості рослин спостерігається зростання сумарної площі листкової поверхні. Найбільша площа листкової поверхні формується посівами гібридів Алєксандра та Сенсор за 90 тис. рослин/га та при внесенні N<sub>150</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> – відповідно 7,40 та 7,85 тис. м<sup>2</sup>.

У фазу викидання волоті посіви гібридів більше різняться щодо площі листкової поверхні – від 40,8 до 86,4 тис. м<sup>2</sup>/ га, залежно від норм добрив, густоти стояння рослин. Рослини гібридів Кубус, Москіто формують досить велику площу листкової поверхні на фоні всіх норм добрив за густоти 60 тис. рослин/га, а за 90 тис. рослин/га на фоні N<sub>150</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> зменшують площу. Площа листкової поверхні посіву гібрида Сенсор зростає за збільшення густоти стояння рослин та норм добрив, проте різниця за внесення N<sub>150</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> між посівами з різною густотою стояння рослин є несуттєвою.

*Коренева система гібридів кукурудзи, залежно від норм добрив та густоти стояння рослин.* Реакція гібридів на норми добрив є специфічно зумовленою, що значною мірою пов'язано з морфологією надземної та підземної частин рослини. За внесення високих норм добрив, коренева система формується переважно у верхньому горизонті ґрунту, що підвищує ризики розвитку рослин, зважаючи на забезпечення вологою та ефективне використання елементів живлення (табл. 4). За значного дефіциту вологи у 2015 та 2017 роках, переважна більшість гібридів не сформувала врожайність, яка була в 2016 році, за винятком гібрида Сенсор. У 2017 році за вкрай посушливих умов, особливості формування кореневої системи відрізнялися від попередніх років – сумарна довжина була значно більшою. У гібридів Сенсор, Москіто, КВС вона формувалася більш активно за інших. Довжина кореневої системи була більшою навіть за внесення N<sub>150</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub>, що вказує на реакцію рослин на стресовий чинник – нестачу вологи залученням механізмів протидії стресу.

## Сумарна довжина коріння, см/рослин, фаза 8 листків

Гібрид, чинник А	Норма добрив, кг/га д. р., чинник В							
	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>		N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>		N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub>		N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	
	Густота рослин, тис. шт./га, чинник С							
	60	90	60	90	60	90	60	90
2015 рік								
Дніпровський 257	224	339	209	348	313	265	217	248
Сігма	216	327	215	340	300	253	295	242
Алекссандра	189	319	385	279	419	226	291	190
Гарант	243	322	413	226	410	315	299	219
Кубус	233	293	418	220	430	298	318	216
Москіто	259	318	395	242	441	287	283	249
Сенсор	240	239	292	249	399	204	280	141
КВС 381	215	231	246	173	224	263	281	230
2016 рік								
Дніпровський 257	219	334	220	306	287	256	230	223
Сігма	202	325	229	309	300	242	286	228
Алекссандра	179	382	326	257	375	201	250	230
Гарант	215	334	370	257	367	305	317	250
Кубус	220	311	378	228	394	270	307	203
Москіто	258	337	260	205	372	252	335	228
Сенсор	261	263	300	251	340	178	316	130
КВС 381	221	222	227	178	223	258	276	209
2017 рік								
Дніпровський 257	324	398	344	396	368	384	326	346
Сігма	318	346	324	388	368	406	384	408
Алекссандра	304	345	388	396	406	388	395	380
Гарант	348	367	456	423	446	456	396	366
Кубус	332	393	416	432	484	365	380	392
Москіто	432	440	465	475	490	456	421	398
Сенсор	428	444	456	465	468	492	456	434
КВС 381	342	354	369	382	372	383	332	350
Середнє значення за 2015–2017 рр.								
Дніпровський 257	256	357	258	350	323	302	258	272
Сігма	245	333	256	346	323	300	322	293
Алекссандра	224	349	366	311	400	272	312	267
Гарант	269	341	413	302	408	359	337	278
Кубус	262	332	404	293	436	311	335	270
Москіто	260	345	344	319	385	312	317	278
Сенсор	310	315	349	322	402	291	351	235
КВС 381	266	334	338	312	377	308	319	271

Найдовша сумарна коренева система формувалася у гібридів Сенсор, Москіта за всіх досліджуваних комбінацій досліджуваних елементів. У гібридів Гарант, Кубус найдовша коренева система утворювалася за внесення  $N_{90}P_{60}K_{60}$  та  $N_{120}P_{105}K_{105}$ . За меншої та більшої норми добрив формується дещо менша коренева система. За 60 тис. рослин/га створюється потужніша коренева система у всіх гібридів за зростаючих норм добрив. За збільшення норми добрив до  $N_{150}P_{135}K_{135}$  довжина кореневої системи зменшується до рівня внесення  $N_{90}P_{60}K_{60}$ . У гібрида Сенсор довжина кореневої системи істотно збільшувалася за зростання норм добрив включно до  $N_{120}P_{105}K_{105}$ . Однак, за подальшого збільшення норми добрив теж спостерігалось зменшення її довжини.

За формування посіву з густотою 90 тис. рослин/га, розвиток кореневої системи є інтенсивнішим, порівняно з густотою 60 тис. рослин/га. Тільки за внесення  $N_{60}P_{45}K_{45}$  довжина коріння у всіх гібридів була на 9–167 см більшою. За подальшого збільшення норм добрив до  $N_{90}P_{60}K_{60}$  зафіксовано зменшення довжини, порівняно з  $N_{60}P_{45}K_{45}$ , за винятком гібридів Дніпровський 257 та Сігма, порівняно з 60 тис. рослин/га. За внесення  $N_{120}P_{105}K_{105}$  та  $N_{150}P_{135}K_{135}$  довжина кореневої системи у всіх гібридів зменшувалася і значно поступалася довжині за густоти стояння 60 тис. рослин/га. Рослини переходять переважно на використання легкодоступних елементів живлення, які надходять з мінеральними добривами: розвивається переважно 7–8 підземних вузлових коренів, які знаходяться на глибині до 25–45 см, рослини конкурують за елементи живлення з добрив.

У гібрида Александра інша реакція на норми добрив та густоту стояння рослин. За внесення  $N_{60}P_{45}K_{45}$  і 60 тис. рослин/га повільніше формується коренева система, порівняно з посівами з 90 тис. рослин/га. Проте, за збільшення норм добрив і густоти 60 тис. рослин/га відбувається значне подовження кореневої системи. Однак, за густоти 90 тис. рослин/га довжина кореневої системи зменшується.

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОДУЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ**

*Структура врожаю кукурудзи.* Кількість зерен в качані гібридів кукурудзи за роки проведення досліджень (табл. 5) змінювалася від 418 (Москіто,  $N_{60}P_{45}K_{45}$ , 90 тис. рослин/га, 2015 р.) до 680 зерен (Сенсор,  $N_{150}P_{135}K_{135}$ , 60 тис. рослин/га, 2016 р.). Середня кількість зерен в початку складає 469–636 шт. і суттєво залежить від погодних умов в період цвітіння, зокрема максимальних температур повітря. В 2015 році була значна череззерниця початків через температуру повітря більше 40 °С. Відзначається різниця в межах одного гібрида за різних норм добрив та густоти стояння рослин. Між кількістю зерен в качані та врожайністю гібридів кукурудзи існує тісна позитивна корелятивна залежність особливо за внесення  $N_{120}P_{105}K_{105}$  ( $r=0,86-088$ ).

Маса 1000 зерен в середньому за три роки складала 167–244 г. Маса 1000 зерен залежить від погодних умов в період формування та наливу зернівки. Маса також є ознакою гібрида та залежить від кількості зерен в початку. За внесення  $N_{150}P_{135}K_{135}$  та 60 тис. рослин/га формується найбільша маса, а за внесення  $N_{120}P_{105}K_{105}$  або навіть  $N_{90}P_{60}K_{60}$  – 90 тис. рослин/га.

## Структура врожаю кукурудзи, середні значення за 2015–2017 рр.

Гібрид, чинник А	Норма добрив, кг/га д. р., чинник В							
	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>		N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>		N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub>		N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	
	Густота рослин, тис. шт./га, чинник С							
	60	90	60	90	60	90	60	90
Кількість зерен в початку, шт.								
Дніпровський 257	541	483	552	492	576	520	586	529
Сігма	510	472	527	489	557	512	562	545
Гарант	502	469	569	542	587	543	602	592
Алекссандра	521	475	572	489	589	506	605	558
Кубус	469	482	527	485	579	533	579	531
Москіто	545	474	568	492	591	495	599	524
Сенсор	561	545	585	586	624	645	636	608
КВС 381	567	489	580	524	601	528	609	554
Маса 1000 зерен, г								
Дніпровський 257	179	171	194	177	206	178	209	173
Сігма	203	208	205	198	203	188	223	173
Гарант	189	182	175	171	193	172	244	167
Алекссандра	181	173	192	187	201	198	211	189
Кубус	207	176	199	190	195	190	227	183
Москіто	177	149	185	178	204	192	219	196
Сенсор	198	174	214	195	224	193	232	212
КВС 381	174	201	195	196	209	204	215	204
Маса зерна, грам/початок								
Дніпровський 257	97,1	82,6	107	87,0	119	92,5	123	91,4
Сігма	103	98,4	108	97,0	113	96,2	126	94,1
Гарант	94,8	85,4	99,5	92,7	114	93,3	147	98,7
Алекссандра	94,5	82,2	109	91,4	118	100	128	105
Кубус	97,1	85,1	105	92,1	113	101	132	97,3
Москіто	96,3	71,1	105	87,5	121	94,8	132	103
Сенсор	112	94,5	125	114	140	124	148	129
КВС 381	98,6	98,0	113	102	126	106	131	113

Маса зерна в початку складає 91,4–148 г і зумовлена кількістю зерен в початку та масою 1000 зерен, управління якими можливе завдяки внесенню відповідних норм добрив, густоті стояння рослин та властивостям гібрида.

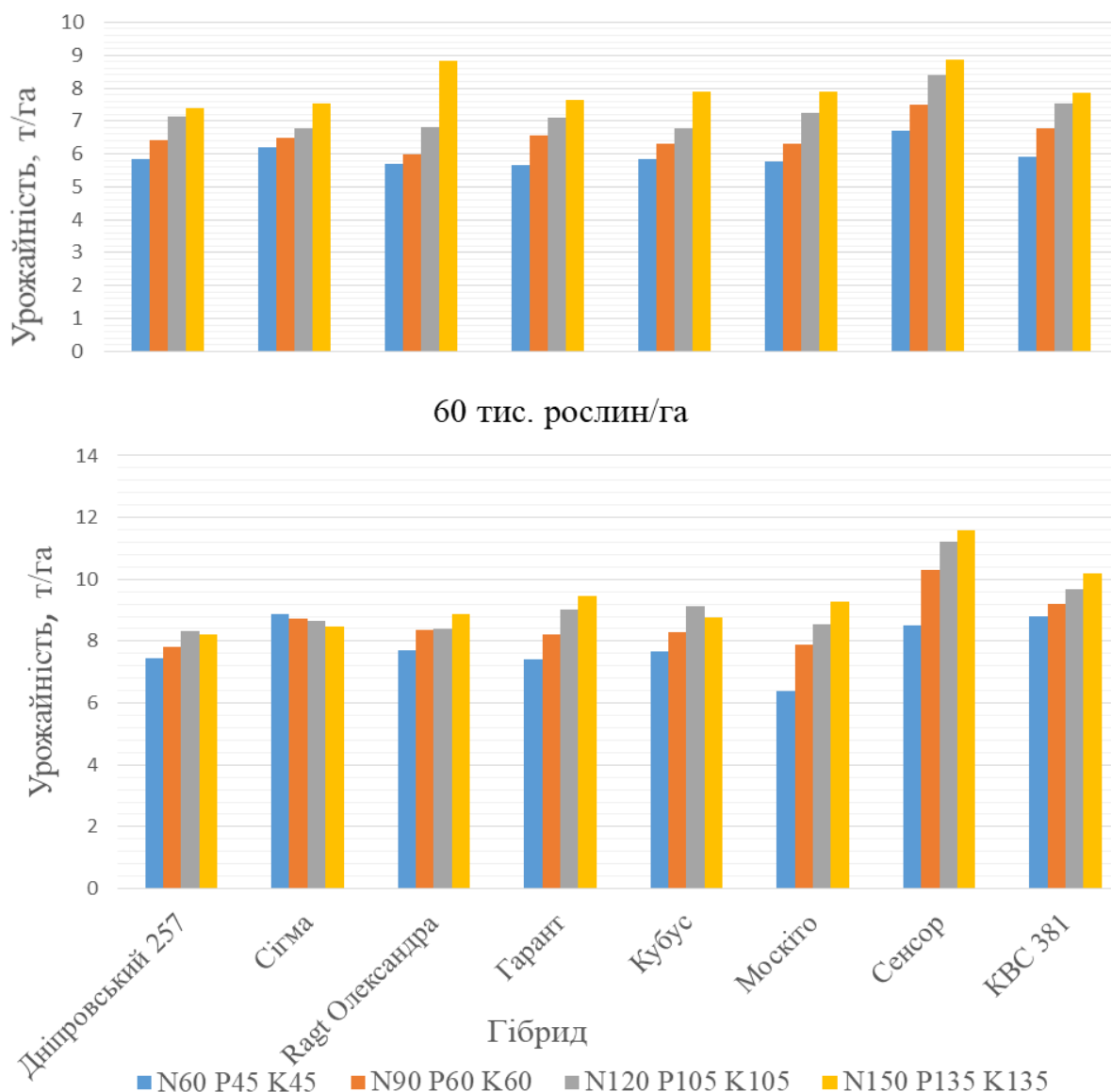
Урожайність кукурудзи, залежно від удобрення та густоти стояння рослин. Урожайність гібридів кукурудзи впродовж 2015–2017 рр. змінювалася від 5,08 до 13,4 т/га (табл. 6; рис. 1). За значного перевищення середньої добової температури та нестачі вологи в окремі періоди 2015 року, врожайність гібридів коливалася від 5,08 до 10,5 т/га. За сприятливих погодних умов 2016 року,

гібриди реалізували свій потенціал на високому рівні – 6,61–13,4 т/га. Погодні умови 2017 року, за рівнем забезпечення вологою впродовж вегетації, були вкрай несприятливими для росту, розвитку рослин та формування врожайності зерна, яка була низькою і коливалася від 5,24 до 9,56 т/га.

Таблиця 6

**Урожайність зерна гібридів кукурудзи, залежно від норм добрив та густоти стояння рослин, т/га**

Гібрид, чинник А	Норма добрив, кг/га д. р., чинник В							
	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>		N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>		N <sub>120</sub> P <sub>105</sub> K <sub>105</sub>		N <sub>150</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	
	Густота рослин, тис. шт./га, чинник С							
	60	90	60	90	60	90	60	90
2015 рік, чинник У								
Дніпровський 257	5,08	6,34	6,03	6,88	6,56	7,95	7,04	7,80
Сігма	5,66	7,88	5,98	8,12	6,10	7,90	7,29	7,65
Алекссандра	5,10	6,85	5,28	7,12	6,06	7,54	7,56	8,05
Гарант	5,12	6,54	5,66	6,96	5,96	8,12	6,82	8,44
Кубус	5,34	6,65	5,98	7,06	6,21	7,84	7,22	8,86
Москіто	5,32	5,86	5,98	7,14	6,06	7,89	7,12	8,64
Сенсор	6,12	8,16	7,02	9,45	8,14	10,5	8,98	10,9
КВС 381	5,48	8,01	6,21	8,24	6,98	8,82	7,14	9,16
НІР <sub>05</sub> , т/га для будь-яких чисел – 0,16; для чинників: А – 0,06; С – 0,03; В – 0,04								
2016 рік								
Дніпровський 257	7,14	9,52	7,35	9,57	8,72	9,30	7,86	9,44
Сігма	7,09	10,7	7,49	9,83	8,03	9,61	7,88	9,32
Алекссандра	6,73	9,29	6,97	10,7	8,09	9,97	11,5	10,6
Гарант	6,66	8,99	8,01	10,7	9,09	11,0	9,06	11,3
Кубус	6,72	9,50	6,91	10,6	7,92	11,6	9,29	9,41
Москіто	6,62	7,46	6,94	9,15	9,15	9,60	9,34	10,5
Сенсор	7,68	10,1	8,28	12,6	9,13	13,4	9,60	13,9
КВС 381	6,61	10,3	7,79	11,0	8,59	11,4	9,03	12,2
НІР <sub>05</sub> , т/га для будь-яких чисел – 0,20; для чинників: А – 0,07; С – 0,04; В – 0,05								
2017 рік								
Дніпровський 257	5,28	6,45	5,86	7,04	6,12	7,74	7,23	7,46
Сігма	5,86	7,99	5,99	8,24	6,24	8,46	7,44	8,45
Алекссандра	5,24	6,92	5,67	7,23	6,28	7,68	7,44	8,01
Гарант	5,24	6,66	6,04	7,04	6,24	7,92	7,06	8,65
Кубус	5,45	6,84	6,06	7,22	6,24	7,94	7,16	8,40
Москіто	5,39	5,89	6,04	7,34	6,54	8,12	7,22	8,65
Сенсор	6,32	7,28	7,24	8,86	7,88	9,56	8,04	9,88
КВС 381	5,66	8,16	6,34	8,42	7,02	8,84	7,34	9,19
НІР <sub>05</sub> , т/га для будь-яких чисел – 0,16; для чинників: А – 0,06; С – 0,03; В – 0,04								



$HP_{05}$ , т/га для будь-яких чисел – 0,18; для чинників: A – 0,04; C – 0,02; B – 0,03; Y (рік) – 0,02

Рис. 1. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від удобрення та густоти стояння рослин, т/га (середнє за 2015–2017 рр.)

Гібриди формують вищу врожайність за 90 тис. рослин/га в межах однієї норми добрив. Реакція гібридів на норми добрив є специфічно зумовленою. З огляду на це, їх можна поділити на групи. За 60 тис. рослин/га, рослини гібридів Олександра, Кубус, Москіта, Сенсор, КВС 391 позитивно реагують на зростання норм добрив до N<sub>150</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub>.

Гібриди Дніпровський 257, Сіґма, Гарант збільшують врожайність лише до норми N<sub>120</sub>P<sub>105</sub>K<sub>105</sub>. Подальше підвищення норми добрив призводить до зниження урожайності. За 90 тис. рослин/га лише гібриди Москіто, Сенсор, КВС 381 ефективно використовують високі норми добрив. А для інших гібридів за такої щільності приріст урожайності є несуттєвим.

Технологічні чинники мають різну частку участі у формуванні врожайності гібридів кукурудзи. В середньому за 2015–2017 рр. частка участі чинника «Погодні умови» склала 33 %; «Сорт» – 11; «Густота стояння

рослин» – 28; «Норма добрив» – 15 %. За роками чинник «Густота стояння рослин» мав найбільший вплив – 38 %, 47 та 43 %; «Сорт» – 24,6 %, 13 та 17 %; «Норма добрив» – 28 %, 17 та 31 % відповідно в 2015, 2016 та 2017 роках.

*Пластичність та стабільність гібридів кукурудзи.* Встановлена пластичність та стабільність гібридів за критерієм «Урожайність» за густоти стояння 60 тис. рослин/га в розрізі гібридів та норм добрив складає 0,52–1,71; 90 тис. рослин/га – 0,69–2,13.

Аналіз урожайності гібридів, діапазон її змін й розрахунок коефіцієнтів стабільності та пластичності дозволяє виділити групу гібридів, які позитивно реагують на оптимальні погодні умови вирощування шляхом підвищення урожайності та коефіцієнта пластичності: за 90 тис. рослин/га: Сенсор –  $P=1,44-2,10$ ; Александра –  $P=1,44-2,01$ ; Гарант –  $P=1,73$ ; КВС 381 –  $P=1,37$ . У гібрида Кубус досить висока пластичність за нижчих норм добрив –  $P=1,62-2,13$ . Лише за внесення  $N_{150}P_{135}K_{135}$  коефіцієнт пластичності становить 0,63, що вказує на нижчий рівень адаптивності рослин за високих норм доступних елементів живлення. Встановлено загальну тенденцію щодо вищої пластичності рослин за густоти стояння – 90 тис. рослин/га. За винятком гібрида Александра – коефіцієнт пластичності за 60 тис. рослин/га та внесення  $N_{150}P_{135}K_{135}$  склав 2,26. Гібрид за такої щільності є досить пластичним і ефективно використовує елементи живлення.

Стабільність гібридів є відносним показником. Деякі гібриди за нижчої врожайності демонструють досить високу стабільність. Гібрид Москіто за 90 тис. рослин/га продемонстрував високу стабільність: 0,16–0,30 та пластичність 1,0–1,23 в розрізі норм добрив. Тобто, умови були максимально наближені до оптимальних.

*Індекс урожайності гібридів кукурудзи та шляхи його підвищення.* Індекс урожайності гібридів кукурудзи значно різниться за вирощування з різною густотою стояння, змінних норм добрив та погодних умов – 0,36–0,52. За сприятливих погодних умов індекс урожайності має значний діапазон варіації. Загальна маса рослин та вихід зерна для гібрида суттєво варіює, залежно від удобрення та норми висіву в вологі роки, а в посушливі варіація незначна. Гібриди Сенсор, Москіто, КВС 38 мають високий та стабільний індекс врожаю з року в рік. Індекс урожайності є нижчим для всіх гібридів та норм мінеральних добрив за густоти стояння 90 тис. рослин/га, порівняно з 60 тис. рослин/га, за винятком гібридів Сенсор, Москіто.

Необхідно зауважити, що індекс урожайності за внесення високих норм добрив був нижчим в усі роки і для всіх гібридів, за окремими винятками.

#### **ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН Й УДОБРЕННЯ**

Вміст протеїну в зерні є достатньо стабільним для гібрида. Він змінюється лише в певних межах та значно різниться між гібридами. У зерні кукурудзи вміст протеїну коливається від 6,1 до 9,6 %. За зростаючих норм добрив, за густоти 60 і 90 тис. рослин/га, вміст протеїну в зерні зростає. Корелятивні залежності між урожайністю та вмістом протеїну в зерні певного гібрида є позитивним за

зростаючих норм добрив, оскільки всі гібриди є високоврожайними. Урожайність за найменшої норми внесення  $N_{60}P_{45}K_{45}$  є достатньо високою, а подальше зростання норм добрив сприяє зростанню як урожайності, так і вмісту протеїну. Найбільше протеїну синтезується в зерні гібридів Москіто, Сенсор, КВС 381.

Вміст жиру в зерні має обернену залежність щодо вмісту протеїну і неабияк залежить від норм добрив, за генетично детермінованих меж зміни. У розрізі років і досліджуваних чинників вміст жиру в зерні змінювався від 2,91 до 5,34 %. У зерні гібридів середньоранньої групи вміст жиру був значно меншим, порівняно з гібридами середньостиглої групи: Дніпровський 257 – 2,91–3,52 %; Сігма – 3,24–3,61; Гарант – 3,56–3,94; КВС 381 – 4,40–5,34; Сенсор – 4,80–5,28; Москіто – 4,46–4,89 %. Більше жиру в зерні гібрида було за нижчих норм добрив –  $N_{60}P_{45}K_{45}$ .

Вміст крохмалю в зерні гібридів коливається від 69,4 до 74,6 % і має зворотну кореляцію між вмістом протеїну в зерні і урожайністю. Зазначимо, що вміст крохмалю в зерні середньоранніх гібридів складає 72,2–74,4 %; середньостиглих гібридів – 70,1–72,0 %. Гібрид Александра щодо вмісту крохмалю має проміжне положення – 72,3–73,4 %.

За модельного досліду стосовно збирання кукурудзи встановлено залежності між вологістю та рівнем травмування насіння. Ступінь механічного травмування насіння кукурудзи переважно зумовлений анатомічною будовою насінини, стадією дозрівання та вологістю насіння. Ступінь травмування та його види зростають за збирання дуже сухого – нижче 15 % або, навпаки, дуже вологого зерна – вище 25 %.

#### **ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ**

Загальні витрати на технологію вирощування гібридів кукурудзи складають 22,2–40,4 тис. грн/га; собівартість зерна – 3148–4406 грн/т. Прибуток змінювався від 23,9 до 52,5 тис. грн/га. Впровадження у виробництво нових гібридів кукурудзи, які ефективно використовують технологічні ресурси, сприяє підвищенню економічної ефективності технологій.

Найвищий прибуток отримано за вирощування гібридів Сенсор та КВС 381 – за 90 тис. рослин/га та при внесенні  $N_{150}P_{135}K_{135}$  й  $N_{120}P_{105}K_{105}$  – 52454 та 43383 грн/га; 52434 та 42649 грн/га відповідно. Прибуток за вирощування інших гібридів кукурудзи за густоти стояння 90 тис. рослин/га змінювався від 30617 до 38588 грн/га. Завдяки внесенню  $N_{90}P_{60}K_{60}$  та 90 тис. рослин/га, прибуток для цих гібридів склав 49975 та 42977 грн/га. За густоти стояння 60 тис. рослин/га прибуток був меншим за вирощування на всіх фонах живлення.

Енергетична ефективність технологій вирощування кукурудзи є досить високою. Коефіцієнт енергетичної ефективності змінюється від 4,38 до 6,78.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні встановлено особливості формування урожайності та якості зерна гібридів різного морфотипу, залежно від густоти стояння рослин й норм добрив, та у розроблено адаптивні технології вирощування гібридів в умовах Правобережного Лісостепу України.

1. Встановлено адаптаційну здатність восьми гібридів кукурудзи щодо формування врожайності та якості зерна за ущільнення посіву та зростаючих норм мінеральних добрив, залежно від особливостей формування кореневої системи.

2. Погодні умови в Правобережному Лісостепу України загалом сприятливі для формування продуктивності гібридів кукурудзи. Встановлено тенденцію до підвищення температури та зменшення кількості опадів у вегетаційний період кукурудзи.

3. За збільшення норм добрив та кількості рослин спостерігається зростання сумарної площі листової поверхні. Площа листової поверхні посівів кукурудзи в фазі 8 листків становить 3,40–7,85 тис. м<sup>2</sup>/га. У фазі викидання волоті посіви гібридів більше різняться щодо площі листової поверхні – від 40,8 до 86,4 тис. м<sup>2</sup>/га, залежно від норм добрив, густоти стояння рослин. Рослини гібридів Кубус, Москіто формують досить велику площу листової поверхні на фоні всіх норм добрив за густоти 60 тис. рослин/га, а за 90 тис. рослин/га на фоні N<sub>150</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> зменшують площу. Площа листової поверхні посіву гібрида Сенсор зростає за збільшення густоти стояння рослин та норм добрив.

4. Гібриди різняться щодо інтенсивності розвитку кореневої системи, залежно від густоти стояння рослин та норми добрив. Найдовша сумарна коренева система формується у гібридів Сенсор, Москіто за всіх досліджуваних комбінацій досліджуваних елементів. У гібридів Гарант, Кубус найдовша коренева система утворюється за внесення N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та N<sub>120</sub>P<sub>105</sub>K<sub>105</sub>. За 60 тис. рослин/га формується потужніша коренева система у всіх гібридів за зростаючих норм добрив. За збільшення норми добрив до N<sub>150</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> довжина кореневої системи зменшується до рівня внесення N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. За сівби з густотою 90 тис. рослин/га розвиток кореневої системи є інтенсивнішим, порівняно з густотою 60 тис. рослин/га тільки за внесення N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> – довжина коріння у всіх гібридів була на 9–167 см більшою. За подальшого збільшення норм добрив до N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> зафіксовано зменшення довжини, порівняно з N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>. За внесення N<sub>120</sub>P<sub>105</sub>K<sub>105</sub> та N<sub>150</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> довжина кореневої системи у всіх гібридів зменшується – рослини переходять переважно на використання легкодоступних елементів живлення.

5. Структурні компоненти врожаю є визначальними в урожайності гібридів, і управління ними можливе за рахунок норм добрив, густоти стояння рослин та властивостей гібридів. Кількість зерен в качані гібридів кукурудзи змінюється від 418 до 680 шт., за середньої кількості зерен – 469–636 шт. і значно залежить від погодних умов в період цвітіння, зокрема максимальних температур повітря. Маса 1000 зерен в середньому складає 167–244 г і неабияк

залежить від погодних умов в період формування та наливу зернівки. За внесення  $N_{150}P_{135}K_{135}$  та 60 тис. рослин/га формується найбільша маса, а за внесення  $N_{120}P_{105}K_{105}$  або навіть  $N_{90}P_{60}K_{60}$  – 90 тис. рослин/га. Маса зерна в початку складає 91,4–148 г.

6. Урожайність гібридів кукурудзи в середньому змінюється від 5,08 до 13,4 т/га. Урожайність суттєво залежить від погодних умов, норм добрив та густоти стояння рослин. За значного перевищення середньої добової температури та нестачі вологи врожайність гібридів коливається від 5,08 до 10,5 т/га (2015 р.). За сприятливих погодних умов гібриди реалізують свій потенціал на високому рівні – 6,61–13,4 т/га (2016 р.); за критичного забезпечення вологою врожайність зерна є низькою і коливається від 5,24 до 9,56 т/га (2017 р.).

7. Адаптивні технології вирощування зумовлюють підвищення стабільності врожайності гібридів. Гібриди кукурудзи добре адаптуються до змінних умов вирощування, формуючи стабільно високу типову врожайність. Стабільність гібридів є відносним показником, оберненим до пластичності – деякі гібриди за нижчої урожайності демонструють досить високу стабільність: Москіто за 90 тис. рослин/га формує високу стабільність 0,16–0,30 за пластичності 1,0–1,23 залежно від норм добрив.

8. Гібридами, які позитивно реагують на оптимальні умови вирощування шляхом підвищення урожайності та коефіцієнта пластичності за 90 тис. рослин/га та  $N_{150}P_{135}K_{135}$ , є: Сенсор, Александра, Гарант, КВС 381 – 1,37–2,10. Гібрид Кубус має досить високу пластичність за нижчих норм добрив: 1,62–2,13, а за  $N_{150}P_{135}K_{135}$  коефіцієнт пластичності становить 0,63, що вказує на нижчий рівень адаптивності рослин за високих норм добрив. Коефіцієнт пластичності за врожайністю при 60 тис. рослин/га для гібридів коливається від 0,52 до 1,71; 90 тис. рослин/га – 0,69–2,13. Встановлено загальну тенденцію щодо вищої пластичності рослин за густоти стояння – 90 тис. рослин/га, винятком є гібрид Александра – коефіцієнт пластичності за 60 тис. рослин/га та внесенні  $N_{150}P_{135}K_{135}$  – 2,26.

9. Технологічні чинники мають різну частку участі у формуванні врожайності гібридів кукурудзи: чинник «Погодні умови» – 33 %; «Сорт» – 11; «Густота стояння рослин» – 28; «Норма добрив» – 15 %. Залежно від погодних умов року, чинник «Густота стояння рослин» має найбільший вплив – 38 %, 47 та 43 %; «Сорт» – 24,6 %, 13 та 17 %; «Норма добрив» – 28 %, 17 та 31 % відповідно в 2015, 2016 та 2017 роках.

10. Індекс урожайності значно різниться за вирощування гібридів кукурудзи з різною густотою стояння, змінних нормах добрив та погодних умов – 0,36–0,52. За сприятливих погодних умов, індекс урожайності має значний діапазон варіації. Загальна маса рослин та зерна гібрида суттєво варіює у вологі роки, а в посушливі варіація незначна. Гібриди Сенсор, Москіто, КВС 381 мають достатньо високий та стабільний індекс. Індекс урожайності є нижчим для всіх гібридів за густоти 90 тис. рослин/га, порівняно з 60 тис. рослин/га на всіх фонах живлення, за винятком гібридів Сенсор,

Москіто. Індекс урожайності за внесення високих норм добрив є нижчим в усі роки і для всіх гібридів.

11. Якістю зерна кукурудзи можна керувати за рахунок норм добрив та густоти стояння рослин. У зерні кукурудзи вміст протеїну коливається від 6,1 до 9,6 %. За зростаючих норм добрив вміст протеїну в зерні зростає. Вміст жиру в зерні має обернену залежність щодо вмісту протеїну і змінюється від 2,91 до 5,34 %. У зерні гібридів середньоранньої групи вміст жиру нижчий – 2,91–3,94 %, порівняно з гібридами середньостиглої групи – 4,40–5,34 %. Вміст крохмалю в зерні коливається від 69,4 до 74,6 % і має зворотну кореляцію між вмістом протеїну в зерні та урожайністю.

12. Вирощування гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу України є економічно та енергетично ефективним. Загальні витрати на технологію вирощування гібридів кукурудзи складають 22,2–40,4 тис. грн/га; собівартість зерна – 3148–4406 грн/т, а прибуток змінюється від 23,9 до 52,5 тис. грн/га. Впровадження у виробництво нових гібридів кукурудзи, що ефективно використовують технологічні ресурси, сприяє підвищенню економічної ефективності технологій вирощування кукурудзи, яка є досить високою. Коефіцієнт енергетичної ефективності змінюється від 4,38 до 6,78.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

Стабілізація та подальше зростання виробництва зерна кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України можливе лише за поєднання досягнень селекції – вибору гібридів з удосконаленою архітектонікою рослини та оптимальною комбінацією густоти стояння рослин та норм мінеральних добрив. Для отримання врожайності зерна на рівні 7,5–8,5 т/га слід висівати гібриди середньоранньої групи: Дніпровський 257, Сігма, з густотою стояння рослин 90 тис. рослин/га та внесенням до  $N_{90}P_{60}K_{60}$ . Гібрид Гарант та Москіто формує врожайність на рівні 8,0–9,5 т/га на фоні  $N_{90-150}P_{60-135}K_{60-135}$ . Для стабільного отримання урожайності на рівні 10,0–11,5 т/га необхідно вирощувати гібриди середньостиглої групи: Сенсор та КВС 381 з густотою стояння 90 тис. рослин/га та внесенням  $N_{120-150}P_{105-135}K_{105-135}$ . Норми добрив варто підвищувати залежно від забезпечення вологою.

Технології вирощування середньоранніх гібридів кукурудзи забезпечують отримання умовно чистого прибутку на рівні 30–38 тис. грн/га та рентабельність 110–130 %; середньостиглих гібридів кукурудзи – 40–52 тис. грн/га умовно чистого прибутку та 130–150 % рентабельності.

Збирання кукурудзи рекомендовано проводити за вологості зерна не нижче 15 і не вище 25 %, що може призводити до зростання травмування та зниження тривалості зберігання насіння.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Статті у наукових фахових виданнях України:**

1. Каленська С. М., Єременко О. А., Таран В. Г., Крестьянінов Є. В., Риженко А. С. Адаптивність польових культур за змінних умов вирощування.

Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2017. Вип. 25. С. 48–57. *(Здобувачем проаналізовано літературу, отримано експериментальні дані, проведено експериментальні дослідження з розрахунку пластичності та стабільності кукурудзи, зроблено їхнє узагальнення та написання статті).*

2. Каленська С. М., Єременко О. А., Новицька Н. В., Степаненко Ю., Столярчук Т. А., **Таран В. Г.**, Риженко А. Довговічність насіння олійних культур. Вісник аграрної науки. 2017. № 12. С. 63–70. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо зберігання насіння кукурудзи, підготовлено статтю до друку).*

3. Каленська С. М., **Таран В. Г.**, Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. Таврійський науковий вісник. 2018. № 101. С. 37–43. *(Здобувачем проаналізовано літературу, проведено польові дослідження щодо продуктивності гібридів кукурудзи, підготовлено статтю до друку).*

#### **Статті у наукових фахових виданнях України,**

##### **включених до міжнародних наукометричних баз даних:**

4. Каленська С. М., **Таран В. Г.**, Данилів П. О. Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агронімія. 2017. Вип. 269. С. 10–17. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо архітектури кореневої системи кукурудзи, підготовлено статтю до друку).*

5. **Таран В. Г.**, Каленська С. М., Новицька Н. В., Данилів П. О. Стабільність та пластичність гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення та густоти стояння рослин в Правобережному Лісостепу України. Біоресурси і природокористування. 2018. Т. 10. № 3–4. С. 147–156. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо урожайності кукурудзи, обраховано пластичність та стабільність гібридів, підготовлено статтю до друку).*

6. Каленська С. М., **Таран В. А.** Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. Plant Varieties Studying and Protection. 2014. Vol. 14. № 4. P. 141–149. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, проведено польові та лабораторні дослідження щодо формування урожайності кукурудзи, підготовлено статтю до друку).*

##### **Тези наукових доповідей:**

7. Каленська С. М., Єременко О. А., **Таран В. Г.**, Риженко А. С., Данилів П. О. Екологічне виробництво продукції рослинництва – філософія та технологічні складові. Ефективність використання екологічного аграрного виробництва: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 2 листопада 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 3–7. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо екологізації технології вирощування кукурудзи, підготовлено тези до друку).*

8. **Таран В. Г.**, Данилів П. О. Особливості формування продуктивності гібридів кукурудзи в Правобережному Лісостепу України. Інновації в освіті, науці та виробництві: I Міжнародна он-лайн конференція, м. Київ – Мукачево, 23–24 листопада 2017 року: тези доповіді. Мукачево, 2017. С. 84–85. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо формування продуктивності кукурудзи, підготовлено тези до друку).*

9. Kalenska S., Rahmetov D., Yeremenko O., Novytska N., Yunyk A. Honchar L., Stolayrchuk T., **Taran V.**, Rigenko A., Goenko V. Biodiversity of field crops in conditions of climate changing. SEAB – 2018, Kyiv, 2018 year: thesis. K., 2018. P. 54. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, проведено польові дослідження щодо впливу зміни клімату на формування продуктивності кукурудзи, підготовлено тези до друку).*

10. **Таран В. Г.**, Каленська С. М., Антал Т. В. Роль кореневої системи гібридів кукурудзи залежно від норм добрив та густоти стояння рослин на чорноземах типових. Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23–25 травня 2018 року: тези доповіді. К., 2018. Т. 2. С. 283–284. *(Здобувачем отримано дані щодо розвитку кореневої системи кукурудзи упродовж вегетації, підготовлено тези до друку).*

11. Kalenska S., Kalenskiy V., Kovalenko R., Novytska N., **Taran V.** Expansion of biodiversity of field crops in Ukraine for climate change. International Workshop Crop Production, Anhalt University of Applied Sciences, Bernburg (Saale) Germany, 11 June 2018 year: thesis. Bernburg, 2018. P. 12. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, проведено польові та лабораторні дослідження, підготовлено тези до друку).*

12. Таран В. Г. Індекс врожайності гібридів кукурудзи. Вплив змін клімату на онтогенез рослин: Міжнародна науково-практична конференція, м. Миколаїв, 03–05 жовтня 2018 року: тези доповіді. Миколаїв, 2018. С. 84–86.

13. Таран В. Г. Урожайність зерна та побічної продукції гібридів кукурудзи за вирощування в Правобережному Лісостепу України. Інновації в освіті, науці та виробництві: II Міжнародна науково-практична відео-онлайн конференція, м. Київ, 15–16 листопада 2018 року: тези доповіді. К., 2018. С. 50–51.

## АНОТАЦІЯ

**Таран В. Г. Продуктивність кукурудзи залежно від морфотипу рослин, густоти стояння й удобрення в умовах Правобережного Лісостепу України.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільсько-господарських наук зі спеціальності 06.01.09 «Рослинництво». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2019.

У дисертації викладено результати дослідження щодо особливостей формування урожайності та якості зерна гібридів кукурудзи різного морфотипу залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та розроблення адаптивних технологій вирощування гібридів. Встановлено адаптаційну здатність восьми

гібридів кукурудзи щодо формування врожайності та якості зерна за ущільнення посіву та зростаючих норм мінеральних добрив, залежно від особливостей морфотипу рослин та формування кореневої системи.

Гібриди різняться щодо інтенсивності формування площі листкової поверхні окремої рослини та посіву, розвитку кореневої системи, залежно від густоти стояння рослин та норми добрив. Найдовша сумарна коренева система формується у гібридів Сенсор, Москіто за комбінації всіх досліджуваних елементів; Гарант, Кубус – за внесення  $N_{90}P_{60}K_{60}$  та  $N_{120}P_{105}K_{105}$ . За 60 тис. рослин/га формується потужніша коренева система у всіх гібридів за зростаючих норм добрив. За густоти 90 тис. рослин/га, розвиток кореневої системи є інтенсивнішим, порівняно з 60 тис. рослин/га тільки за внесення  $N_{60}P_{45}K_{45}$ , за збільшення до  $N_{90}P_{60}K_{60}$  довжина зменшується. За внесення  $N_{120}P_{105}K_{105}$  та  $N_{150}P_{135}K_{135}$  за 90 тис. рослин/га довжина кореневої системи зменшується – рослини переходять на використання легкодоступних елементів живлення.

Адаптивні технології вирощування зумовлюють підвищення стабільності врожайності гібридів, яка коливається від 5,08 до 13,4 т/га. Гібриди добре адаптуються до змінних умов вирощування, формуючи стабільно високу типову врожайність. Індекс урожайності значно різниться за вирощування гібридів кукурудзи з різною густрою стояння, змінних нормах добрив та погодних умов – 0,36–0,52. За сприятливих погодних умов, індекс урожайності має значний діапазон варіації, а за внесення високих норм добрив є нижчим в усі роки і для всіх гібридів.

Частка участі чинників у формуванні врожайності складає: «Погодні умови» – 33 %, «Сорт» – 11, «Густота стояння рослин» – 28, «Норма добрив» – 15 %. Наведені дані щодо можливості управління якістю зерна гібридів за рахунок норм добрив, густоти стояння рослин та погодних умов. Вирощування кукурудзи є економічно та енергетично ефективним. Загальні витрати на технологію вирощування складають 22,2–40,4 тис. грн/га, собівартість зерна – 3148–4406 грн/т, прибуток – 23,9–52,5 тис. грн/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності складає від 4,38 до 6,78.

**Ключові слова:** кукурудза, гібрид, норма добрив, густина стояння рослин, урожайність, стабільність, пластичність, архітектоніка кореневої системи, структура урожайності, якість зерна, індекс урожайності, економічна та енергетична ефективність технологій.

## АННОТАЦІЯ

**Таран В. Г. Продуктивность кукурузы в зависимости от морфотипа растений, густоты стояния и удобрения в условиях Правобережной Лесостепи Украины.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.09 «Растениеводство». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев, 2019.

В диссертации изложены результаты исследований относительно формирования урожайности и качества зерна гибридов кукурузы с разным морфотипом в зависимости от густоты стояния растений, норм удобрений и разработки адаптивных технологий выращивания гибридов. Установлена адаптационная способность восьми гибридов кукурузы по признаку урожайности и качества зерна при уплотнении посева и возрастающих норм минеральных удобрений, в зависимости от особенностей морфотипа растений и формирования корневой системы.

Гибриды различаются по интенсивности формирования площади листовой поверхности отдельного растения и посева, развития корневой системы, в зависимости от густоты стояния растений и норм удобрений. Наиболее длинная корневая система формируется у гибридов Сенсор, Москито за комбинации всех исследуемых элементов; Гарант, Кубус – при внесении  $N_{90}P_{60}K_{60}$  и  $N_{120}P_{105}K_{105}$ . При 60 тыс. растений/га формируется более мощная корневая система у всех гибридов при возрастающих нормах удобрений. При густоте 90 тыс. растений/га развитие корневой системы более интенсивное, в сравнении с 60 тыс. растений/га только при внесении  $N_{60}P_{45}K_{45}$ , при увеличении до  $N_{90}P_{60}K_{60}$  длина уменьшается. При внесении  $N_{120}P_{105}K_{105}$  и  $N_{150}P_{135}K_{135}$  при 90 тыс. растений/га длина корневой системы уменьшается – растения переходят на использование легкодоступных элементов питания.

Адаптивные технологии выращивания способствуют повышению стабильности урожайности гибридов, которая меняется от 5,08 до 13,4 т/га. Гибриды хорошо адаптируются к изменяющимся условиям выращивания, формируя стабильно высокую типичную урожайность. Индекс урожайности значительно меняется при выращивании гибридов кукурузы с разной густотой стояния, нормами удобрений и погодных условиях – 0,36–0,52. При благоприятных погодных условиях индекс урожайности имеет значительный диапазон вариации, а при внесении высоких норм удобрений – более низкий во все года и для всех гибридов.

Долевое участие факторов при формировании урожайности составляет: «Погодные условия» – 33 %, «Сорт» – 11, «Густота стояния растений» – 28, «Норма удобрений» – 15 %. Приведены результаты исследований в отношении возможности управления качеством зерна гибридов изменением норм удобрений, густотой стояния растений и погодными условиями. Выращивание кукурузы – экономически и энергетически выгодно. Общие затраты на технологию выращивания составляют 22,2–40,4 тыс. грн/га, себестоимость зерна – 3148–4406 грн/т, прибыль – 23,9–52,5 тыс. грн/га. Коэффициент энергетической эффективности составляет 4,38–6,78.

**Ключевые слова:** кукуруза, гибрид, норма удобрений, густота стояния растений, урожайность, стабильность, пластичность, архитектура корневой системы, структура урожайности, качество зерна, индекс урожайности, экономическая и энергетическая эффективность технологий.

## ANNOTATION

**Taran V. G. Performance of Corn Hybrids Depending on the Plants Morphotype, Plants Density and Fertilizer in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine.** – The Manuscript.

Thesis for degree of candidate of agricultural sciences on the specialty 06.01.09 «Plant Growing». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2019.

The dissertation presents result of studies characteristics of yield formation and grain quality corn hybrids of different morphotypes depending on plant density, fertilizer doses and development of adaptive technologies for growing hybrids in conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. The adaptive capacity of eight corn hybrids regarding to yield formation and grain quality at compaction of sowing and growing doses of mineral fertilizers was established, depending on characteristics of plants morphotype and root system formation.

Hybrids differ in the intensity of the leaf surface area formation of an individual plant and a sowing, development of root system, depending on plants density and the dose of fertilizers. The longest total root system is forming in hybrids Sensor, Mosquito with combination of all studied elements. In hybrids Garant, Kubus the longest root system is forming with applying  $N_{90}P_{60}K_{60}$  and  $N_{120}P_{105}K_{105}$ . With 60 thousand plants/ha is forming a powerful root system in all hybrids with growing fertilizing rates. With fertilizing rate increasing till  $N_{150}P_{135}K_{135}$ , the root system length decreases till the level  $N_{90}P_{60}K_{60}$ . Sowing with a density 90 thousand plants/ha, the development of root system is more intensive compare to the density 60 thousand/ha only with application  $N_{60}P_{45}K_{45}$ . With increasing doses of fertilizers till  $N_{90}P_{60}K_{60}$ , the length is decreases in comparing with  $N_{60}P_{45}K_{45}$  (with exception of hybrids Dniprovskiyi 257 and Sigma – compare to 60 thousand plants/ha). With introduction  $N_{120}P_{105}K_{105}$  and  $N_{150}P_{135}K_{135}$ , the length of root system in all hybrids is reducing – plants switch mainly to the use of easily accessible nutrition.

The yield of corn hybrids is 5.08 to 13.4 t/ha. Adaptive technologies of growing increase stability of hybrids yields. Corn hybrids are well adapted to changing conditions of growing, forming a stable high yield. Stability of hybrids is a relative indicator, reversed to plasticity – some hybrids with lower yields show rather high stability: Mosquito with 90 thousand plants/ha forms a high stability – 0.16–0.30 with plasticity 1.0–1.23 depending on fertilizer doses. Hybrids, which respond positively to optimal conditions of growing by increasing the yield and plasticity coefficient with 90 thousand plants per hectare and  $N_{150}P_{135}K_{135}$  are: Sensor, Aleksandra, Garant, KVS 381 – 1.37–2.10. Hybrid Cubus has a high plasticity with lower fertilizer doses: 1.62–2.13, and with  $N_{150}P_{135}K_{135}$  has a plasticity coefficient 0.63, indicating a lower level of plants adaptability at high fertilizing rates. The coefficient of plasticity by yield with 60 thousand plants/ha for hybrids varies from 0.52 to 1.71, 90 thousand plants/ha – 0.69–2.13. Is established general tendency of higher plants plasticity for standing density – 90 thousand plants/ha. The number of grains in a cob of corn hybrids varies from 418 to 680 grains, with an average number of grains – 469–636 pieces; weight of 1000 grains – 167–244 grams, the weight of grain in cob is

91.4–148 grams. The yield index varies greatly with corn hybrids growing with different densities, variable fertilizer rates and weather conditions – 0.36–0.52. Under favorable weather conditions, the yield index has a significant range of variation. The yield index for application of high fertilizer doses is lower for all years and for all hybrids.

The share of factors, involved in corn hybrids yield formation, is: «Weather conditions» – 33 %; «Variety» – 11; «Plants density» – 28; «Fertilizer rate» – 15 %.

The data on possibility of controlling the quality of corn hybrids grain at the expense of fertilizer doses, plant density and weather conditions are presented. Corn growing is economically and energy efficient. Total costs for technology of growing corn hybrids are 22.2–40.4 thousand UAH/ha; cost of grain – 3148–4406 UAH/ton, profit – 23.9–52.5 thousand UAH/ha. The energy efficiency ratio is from 4.38 to 6.78.

**Key words:** corn, hybrid, fertilizer rate, plants density, yield, stability, plasticity, root system architecture, yield structure, grain quality, yield index, economic and energy efficiency of technologies.

Підписано до друку 10.04.19  
Ум. друк. арк. 0,9  
Наклад 100 прим.

Формат 60x84\16  
Обл.-вид.арк. 0,9  
Зам. № 190281

Віддруковано у редакційно-видавничому відділі НУБіП України  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041  
тел.: 527-81-55



