

СТОРИНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 631.52:633.15:631.67

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.21>

СТРУКТУРА ВРОЖАЮ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

СКАКУН В.М. – здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
orcid.org/0009-0004-4697-9303

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-6994-3443

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Кукурудза – основна зернова культура, тому актуальними питаннями зерновиробництва є вдосконалення технологічних заходів вирощування інноваційних гібридів кукурудзи й обґрунтування добору адаптованих гібридів до певних агроекологічних умов і технологій вирощування. Водночас важливими показниками адаптивності гібридів кукурудзи є складові елементи продуктивності та їхні кореляційні зв'язки з урожайністю зерна, що покладається в основу розроблення оптимальних моделей генотипів для конкретних агроекологічних умов. Урожайність зерна гібридів кукурудзи, як і інших агрокультур, є складовою частиною низки кількісних ознак. Тому для подальшого генетичного поліпшення рослин і підвищення врожайності необхідно володіти інформацією не лише про рівень прояву результативної ознаки, а й щодо окремих елементів структури врожаю, їхнього взаємозв'язку [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кукурудза (*Zea mays* L.) – одна з найбільш продуктивних та розповсюджених культур у світовому землеробстві. Серед вирощуваних культур на її долю в світовому виробництві зерна припадає більш 32 %. Її унікальність складається з високої потенційної продуктивності (особливо в високому потенціалі використання ФАР) та універсальності використання. Майже в усіх країнах, де проводиться вирощування кукурудзи її використовують на зерно, котре йде на продовольчі (20 %), кормові (60 – 65 %) та технічні (15 – 20 %) потреби [2].

В Україні кукурудза в кожному сезоні займає лідируючі позиції у списку найпоширеніших сільськогосподарських культур. Так, під кукурудзу у 2022 році було відведено 5,475 млн га, що на 547 тис. га більше, ніж у 2021 році. Валовий збір зерна кукурудзи в Україні сягнув 34,3 млн тонн, що є найвищим результатом за останні чотири сезони. Середня врожайність культури при цьому залишилась на середньому рівні – 6,8 т/га. За середнім показником врожайності кукурудзи до ТОП-3 лідерів увійшли: Хмельницька (9,7 т/га), Волинська (9,2 т/га) та Вінницька (8,8 т/га) області [3–5].

Селекційні програми по кукурудзі спрямовані перш за все на створення еколого-адаптивних гібридів

з високими потенційними можливостями. Особливо важливим напрямком селекційної роботи є створення гібридів кукурудзи, екологічні особливості рослин яких у найбільш повній мірі були адаптовані до конкретних агрокліматичних умов тієї чи іншої зони вирощування. Шляхи реалізації цього напрямку у різних селекційних програмах є різними. Селекціонери ведуть селекцію на стійкість до загущення посівів, це перспективний напрям селекції кукурудзи, але він пов'язаний із формуванням одного качана на рослині. Перспективність зумовлена тим, що збільшується фотосинтетичний потенціал посівів. За даними багатьох авторів такий напрям набуває широкого впровадження у селекційні програми [6–8].

Дослідники сподіваються, що загущення посівів це найбільш перспективний шлях підвищення продуктивності ранньостиглих гібридів. В останніх менша індивідуальна продуктивність проти пізньостиглих. Тому на думку Моргуна В.В. селекція скоростиглих гібридів на стійкість до загущення дозволить розірвати взаємозв'язок між індивідуальною продуктивністю та пізньостиглістю [9].

За даними Жемели Г.П. з співавторами, по мірі загущення рослин продуктивність зменшується, але по-різному для кожної групи стиглості. Менше знижується продуктивність рослин зі збільшенням густоти стояння рослин у ранньостиглих, середньоранніх гібридів. Середньостиглі гібриди сильніше реагують на зміну густоти. Іншими словами, чим пізньостигліший гібрид, тим значно зменшується індивідуальна продуктивність по мірі збільшення густоти [10].

Селекція на стійкість до загущення посівів зумовлює перегляд інших господарських ознак рослин. Однією із таких є еректоїдне розташування листків на рослині. Таке розміщення рослин сприяє кращому засвоєнню сонячної енергії. Крім того таке розміщення дозволить збільшити щільність посівів. Навіть є думка, що щільність може зрости навіть до 100 тисяч рослин на одному гектарі. Такі гібриди можуть бути дуже перспективними на зрошуваних землях [11, 12].

Структурні показники врожаю усіх без виключення агрокультур є доволі важливими до вивчення, так як допомагають зрозуміти власне за рахунок яких елементів

формується врожай в конкретному випадку формування варіантів дослідів. Аналізуючи праці інших вчених ми визначили що для кукурудзи важливими є питання визначення довжини качана, довжина качана озернена, маса зерна з качана та кількості зерен у ряді качана [13–15].

Структура врожаю гібридів кукурудзи є важливим елементом оцінки їх біологічних ознак та реакції на агротехнологічні прийоми, що регулюють рівень забезпечення культури ресурсами, ріст і розвиток, накопичення біомаси. Переважна більшість дослідників розглядає показники структури врожаю кукурудзи як спосіб оптимізації технології вирощування цієї культури через параметри різних компонентів агроценозу та продуктивної його частини. До кількісних ознак гібридів кукурудзи відносяться основні господарсько-важливі ознаки. Тому аналіз простих ознак поряд з продуктивністю є доцільним, адже вони розглядаються як впливові елементи структури врожаю.

Мета. Головною метою цієї роботи є удосконалення агротехнічних заходів технології вирощування нових вітчизняних гібридів кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України, в тому числі визначення показників структури качана, що впливають на продуктивність рослин гібридів кукурудзи різних груп ФАО.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводили впродовж 2019–2021 рр. в сільськогосподарському виробничому кооперативі «ПЕРЕМОГА» (с. Клепачі, Хорольський р-н, Полтавська обл.) в агроекологічній зоні Центральний Лісостеп. Клімат Центрального Лісостепу помірно-континентальний, із порівняно м'якою, малосніжною зимою та теплим, помірно вологим літом. За даними відділу агрометеорології Гідрометцентру середня температура повітря за рік становить 7,6–9,3°C. Зимовий період триває в середньому 80–105 днів – з кінця листопада до кінця лютого-початку березня, коли починається весна. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий. Агротехніка

вирощування гібридів кукурудзи в досліді була загальноприйнятною для Центрального Степу України, крім елементів, що досліджувались. Попередник – соя. Дослідження проведені згідно методики польового досліді для зрошеного землеробства, статистичну обробку результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу [16, 17].

Об'єктом досліджень слугували процеси формування структури урожайності у новостворених вітчизняних гібридів: Зедан 26 (ФАО 240), Зедан 26 (ФАО 240) та Зедан 28 (ФАО 260).

Результати досліджень. У результаті проведених досліджень встановлено, що досліджувані елементи структури продуктивності качана мали залежність від генотипу гібриду та варіантів технології вирощування.

Важливим показником структури врожаю зерна кукурудзи є кількість зерен у ряді. Біометричний аналіз за показником кількості зерен у ряді показав, що істотна різниця встановлена у розрізі гібридів (табл. 1).

Так, у гібридів кукурудзи кількість зерен у ряді була (середнє значення) у гібриду Зедан 26 становила 38,9 шт., гібриду Зедан 28 – 41,9 шт., гібриду Зедан 32 – 44,9 шт. Максимальні показники кількості зерен у ряді качана кукурудзи від 42,3 до 48,4 шт. була на варіантах густоти рослин 70 тис. рослин/га.

Найменшу середню довжину качанів зафіксували у гібрида Зедан 26 (17,1 см). Максимальне значення цього показника в середньому відзначили у гібриду Зедан 32 – 18,8 см. Максимальне значення довжини качана спостерігалось за густоти рослин 70 тис. росл./га від 17,3 до 19,0 см, мінімальне значення показали гібриди за густоти 100 тис. росл./га від 16,8 до 18,4 см.

Цінним показником, поряд із вищевказаними даними щодо структури качана, є одна досить важлива селекційна ознака, яка впливає на вихід зерна з врожаю качанів. Це озерненість качана – співвідношення між довжиною озерненого качана і стрижнем качана. Із літератури

Таблиця 1

Структурні показники качана гібридів кукурудзи за різної густоти
(середнє за 2019–2021 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота (фактор В)	Довжина качана, см	Довжина качана озернена, см	Діаметр качана, мм	Кількість зерен у ряді, шт.	Маса зерна з качана, г	Урожайність, т/га
Зедан 26 (ФАО 240)	70	17,3	17,1	41,4	42,3	153,8	10,75
	80	17,2	16,9	40,9	40,5	149,9	11,94
	90	17,1	16,5	40,7	37,4	144,1	12,92
	100	16,8	15,9	39,9	35,5	126,2	12,52
Середнє по фактору А		17,1	16,6	40,7	38,9	143,5	12,03
Зедан 28 (ФАО 260)	70	18,5	18,4	44,6	44,7	169,7	11,83
	80	18,4	18,1	44,4	42,3	154,9	12,32
	90	18,3	17,4	44,1	41,5	151,1	13,54
	100	17,9	16,7	43,8	38,7	129,9	12,94
Середнє по фактору А		18,3	17,7	44,2	41,8	151,4	12,66
Зедан 32 (ФАО 320)	70	19,0	18,9	48,2	48,4	202,9	14,14
	80	18,9	18,7	48,1	46,6	191,5	15,24
	90	18,7	18,1	47,9	44,5	163,5	14,63
	100	18,4	17,1	47,6	40,3	133,8	13,33
Середнє по фактору А		18,8	18,2	48,0	44,9	172,9	14,34

відомо, що показники озерненості качанів знаходяться на рівні 80–82 до 95 % [18]. Неозернена частка качана може бути вказівкою на можливі резерви підвищення продуктивності качана, що унеможливлені з причини недосконалості агротехнічних заходів.

Що стосується озерненої довжини качанів досліджуваних гібридів, то найбільшою довжиною качанів (у середньому за густотою) характеризується середньостиглий гібрид Зедан 32 (18,2 см). Дещо менша довжина качана озернена у середньораннього гібриду Зедан 28 (17,7 см) та у середньораннього Зедан 26 (16,6 см). Довжина качана озернена варіює в межах 15,9 – 18,9 см: найменша довжина качана озернена у гібриду Зедан 26 – 15,9 см, найбільша довжина качана озернена у гібриду Зедан 32 – 18,9 см.

Слід відмітити, що найменша різниця між довжиною качана і довжиною качана озерненого спостерігалась у гібриду Зедан 26 – 0,5 см, але і у гібриду Зедан 28 та Зедан 32 спостерігалась невелика різниця між довжиною качана та довжиною качана озерненою – 0,6 см.

Діаметр качана слабо змінювався під впливом густоти рослин, проте проявляв стабільність залежно від морфобіологічних особливостей гібридів. Показник діаметру качанів гібридів під впливом густоти рослин змінювались неоднаково, але спостерігалась тенденція збільшення його розмірів за густоти рослин 70 тис. росл./га на 0,6–1,5 см в порівнянні з густотою 100 тис. росл./га.

Важливою ознакою зернової продуктивності кукурудзи є маса зерна з качана. На основі результатів проведених досліджень було виявлено вплив густоти стояння рослин на формування цього показника. Так, найбільш сприятливі умови для росту та розвитку рослин, а як наслідок і формування максимальних показників маси зерна з качана у досліді формувались на варіанті з густотою 70 тис. росл./га і становили відповідно 153,8 г у Зедан 26, 169,7 – у Зедан 28, 202,9 г – у Зедан 32.

Порівнюючи із густотою 100 тис. росл./га маса качана була більшою на 27,6 – 69,1 г.

Кореляційний аналіз широко використовують в селекційних дослідженнях та випробуваннях. На основі його результатів у значній мірі підвищується ефективність доборів, з'являється можливість найбільш повного контролювання фенотипу рослин у відповідності до поставленої селекційної програми й напрямку селекції. Дослідженням кореляцій кількісних ознак, що пов'язані з урожайністю, присвячено публікації як вітчизняних, так і зарубіжних науковців. Встановлено, що коефіцієнт кореляції між певними ознаками може змінюватися внаслідок різних погодних умов року вегетації, місця проведення досліджень та генетичного матеріалу. Такі закономірності мінливості зв'язку між окремими кількісними ознаками цілком узгоджуються з основними положеннями генетики щодо кількісних ознак та фенотипового їх прояву у взаємодії «генотип – середовище» [19–22].

Нами були розраховані кореляційно-регресійні моделі сполученої мінливості окремих ознак структури качана і урожайності зерна у окремих гібридів кукурудзи (рис. 1).

Було встановлено, що довжина качана озернена позитивно корелює на високому рівні значущості у гібрида Зедан 32. Коефіцієнт кореляції становив 0,711, що вказує на можливість підвищення урожайності зерна за збільшення озерненості качана. Ступінь озерненості є переважно показником узгодженості технологічних заходів та генотипового потенціалу гібриду, тому подальше удосконалення технології прогностично може підвищити урожайність зерна цього гібрида. Зростання урожайності може проходити паралельно з підвищенням довжини качана озерненої частини. Характерним є те, що густота рослин при цьому має мінімальне значення і технологічні заходи повинні спрямовуватись на підвищення озерненості качана за мінливості щільності ценозу.

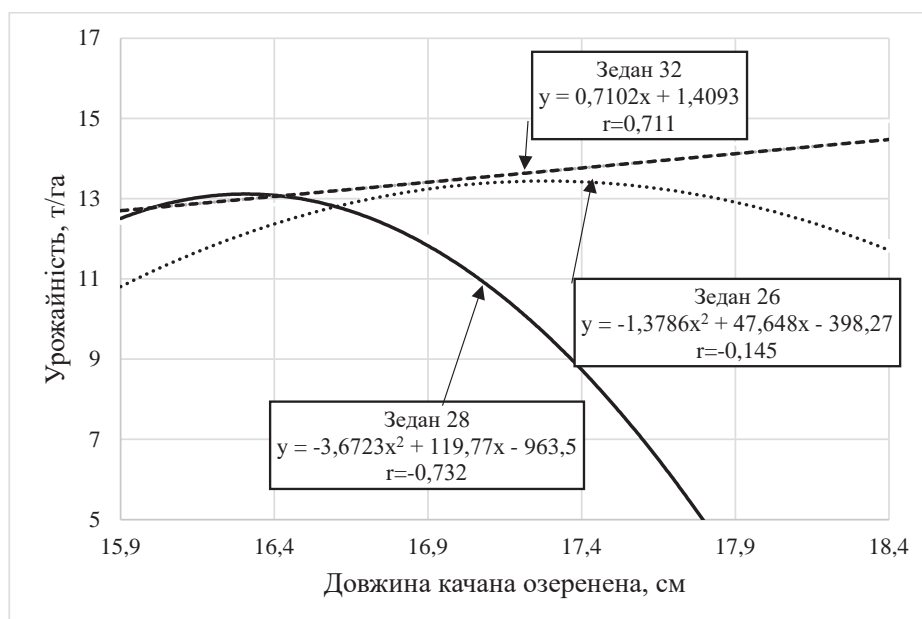


Рис. 1. Кореляційно-регресійні моделі залежності довжини качана озерненої гібридів кукурудзи та урожайності зерна за різних густот

У гібриду Зедан 26 сполучена мінливість довжини качана озерної мала криволінійну залежність і коефіцієнт кореляції лінійний мав значення 0,154. Найбільша урожайність прогнозується за довжини качана 16,9–17,9 см. Збільшення та зменшення довжини качана озерної може призводити до недобору урожайності, що викликане реакцією генотипу гібриду на щільність ценозу. Густота рослин у цього гібриду має певні параметри оптимуму для прояву довжини качана озерної та сполученої з нею максимуму урожайності зерна.

У гібриду Зедан 28 максимальний прояв урожайності зерна зафіксований за довжини качана озерної в межах 16,0–16,5 см. Цей гібрид досить негативно реагує на підвищення довжини качана, що пов'язано зі зрідженням посіву і негативною залежністю індивідуальної продуктивності рослини і ценозу в цілому.

Залежність кількості зерен у ряді качана і урожайності зерна також мала генотипові особливості (рис. 2).

У гібриду Зедан 32 спостерігалась пряmolінійна кореляція на середньому рівні значущості, що вказує на можливість агротехнічного збільшення урожайності за рахунок підвищення кількості зерен у ряді качана, що може бути показником високої потенційної продуктивності цього генотипу.

Гібриди Зедан 26 та Зедан 28, судячи з кореляційно-регресійних моделей, належать до гібридів з обмеженим «плато» урожайності. Максимальний рівень урожайності зерна прогнозується за рівня кількості зерен в ряді 37-41 штук. Агротехнічне підвищення кількості зерен у ряді качана у цих гібридів можливе за рахунок зменшення густоти рослин в посіві, що призводить до підвищення індивідуальної продуктивності рослини, проте – зменшення продуктивності посіву. Для таких гібридів повинна бути чітко визначена експериментальним шляхом оптимальна густота рослин.

Побудова кореляційно-регресійної залежності урожайності зерна досліджуваних гібридів кукурудзи і маси зерна з качана за варіювання щільності ценозу показало схожі моделі з попередніми ознаками (рис. 3).

Гібрид кукурудзи інтенсивного типу Зедан 32 мав високу лінійну кореляцію урожайності зерна і маси качана ($r=0,635$). Проте, максимум урожайності був на рівні 170–190 г зерна з качана. Підвищення маси зерна качана понад цих параметрів прогнозувало зменшення продуктивності посіву. Конфлікт індивідуальної продуктивності рослини і продуктивності посіву був спричинений щільністю ценозу, що вимагає встановлення експериментальним шляхом оптимуму густоти рослин в посіві.

Гібриди кукурудзи Зедан 28 та Зедан 26 мали певні обмеження індивідуальної продуктивності рослини для реалізації потенційної продуктивності посіву. Підвищення маси зерна з качана понад 160 г може призводити до різкого падіння урожайності зерна. У цих гібридів підвищення маси зерна з качана агротехнічними заходами (за рахунок зменшення густоти рослин) призводить до різкого зменшення урожайності зерна. Особливістю цих гібридів є генотипова складова, що дозволяє їх вирощування за високої щільності ценозу.

Висновки. Встановлені параметри показників структури качана, що впливають на продуктивність рослин гібридів кукурудзи різних груп ФАО (240–320) та інтенсивності, за варіювання щільності ценозу від 70 до 100 тис. рослин на гектарі посіву.

Встановлено, що досліджувані елементи структури продуктивності качана мали залежність від генотипу гібриду та варіантів технології вирощування і для реалізації генотипового потенціалу необхідно встановлювати індивідуальну реакцію на технологічні заходи.

Важливою ознакою зернової продуктивності кукурудзи є маса зерна з качана. Найбільш сприятливі умови

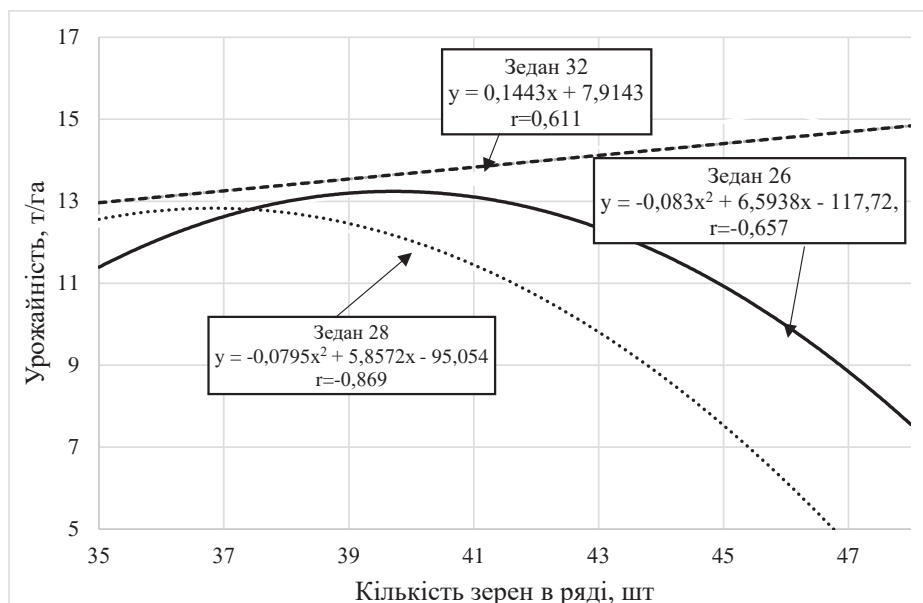


Рис. 2. Кореляційно-регресійні моделі залежності кількості зерен в ряді гібридів кукурудзи та урожайності зерна за різних густот

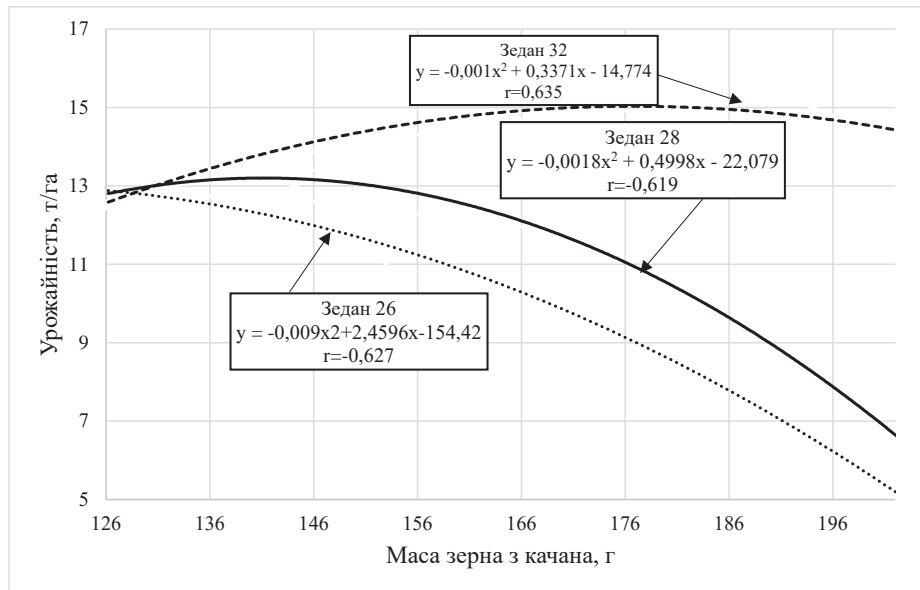


Рис. 3. Кореляційно-регресійні моделі залежності маси зерна з качана гібридів кукурудзи та урожайності зерна за різних густот

для росту та розвитку рослин, а як наслідок і формування максимальних показників маси зерна з качана у досліді формувались на варіанті з густотою 70 тис. росл./га і становили відповідно 153,8 г у Зедан 26, 169,7 – у Зедан 28, 202,9 г – у Зедан 32. Порівнюючи із густотою 100 тис. росл./га маса качана була більшою на 27,6 – 69,1 г.

Гібрид кукурудзи інтенсивного типу Зедан 32 мав високу лінійну кореляцію урожайності зерна і маси качана ($r=0,635$). Проте, максимум урожайності був на рівні 170–190 г зерна з качана. Підвищення маси зерна качана понад цих параметрів прогнозувало зменшення продуктивності посіву. Конфлікт індивідуальної продуктивності рослини і продуктивності посіву був спричинений щільністю ценозу, що вимагає встановлення експериментальним шляхом оптимуму густоти рослин в посіві. Гібриди кукурудзи Зедан 28 та Зедан 26 мали певні обмеження індивідуальної продуктивності рослин для реалізації потенційної продуктивності посіву. Підвищення маси зерна з качана понад 160 г може призводити до різкого падіння урожайності зерна. У цих гібридів підвищення маси зерна з качана агротехнічними заходами (за рахунок зменшення густоти рослин) призводить до різкого зменшення урожайності зерна. Особливістю цих гібридів є генотипова складова, що дозволяє їх вирощування за високої щільності ценозу.

Для отримання максимальної урожайності кожного гібрида в умовах Центрального Степу України необхідно враховувати особливості їх реакції на щільність ценозу посіву.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. 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. 42–49.
2. Томашук О. В. Продуктивність посівів кукурудзи під впливом різних систем землеробства в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2018. №85. С.63–70.
3. Валовий збір кукурудзи із 73 % площ уже перевищив минулорічний. *Agrotimes*. 2022. 14 жовтня. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyj-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshh-uzheperevyshhyv-mynulorichnyj> (дата звернення: 30.10.2022).
4. ТОП-10 країн виробників кукурудзи в 2021/22 МР. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyj-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshhuzheperevyshhyv-mynulorichnyj> (дата звернення: 30.10.2022).
5. Фомішина В. М., Федорова Н. Є., Огородник Р. П., Батура І. С. Дослідження кон'юнктури світового ринку кукурудзи та визначення місця України на ньому. *Вісник ЛПТЕУ. Економічні науки*. 2022. №66. С. 22–28.
6. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. №97(1). С.32–44.
7. Андрієнко О. О., Васильковська К. В., Андрієнко А. Л. Реакція гібридів кукурудзи на зміну густоти стояння рослин у північному степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. №96(1). С.635–651.
8. Багатченко В. В., Таганцова М. М., Стефківська Ю. Л. Вплив густоти стояння рослин кукурудзи на насінневу продуктивність батьківських компонентів гібридів *Zea mays* L. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. №26. С. 56–66.
9. Моргун В. В. Мінливість вегетаційного періоду і продуктивності у самозапилених ліній кукурудзи в залежності від вихідного матеріалу. *Адаптивна селекція рослин. Теорія та практика*. Київ, 2002. 60 с.
10. Жемела Г. П., Бараболя О. В., Ляшенко В. В., Ляшенко Є. С., Подоляк В. А. Формування продуктив-

- ності зерна гібридами кукурудзи залежно від норми висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. №1. С.97–105.
11. Білокур Ю. В., Рябовол Л. О. Створення та оцінка вихідного матеріалу еректоїдних форм кукурудзи (огляд літератури). *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 99. Ч. 1. С. 105–117.
 12. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Міщенко С.В. Маса 1000 зерен та урожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву та обробітку біопрепаратами. *Зрошуване землеробство*. 2022. № 77. С.13–18. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.3>.
 13. 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. <https://doi.org/10/P1P5I2P10-0478-2018-1-P8-42>.
 14. Марченко Т. Ю., Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Хоменко Т. М. Мінливість складових елементів продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and protection*. 2019. № 15(3). С. 279–287. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181093>.
 15. Рудацька Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. №64. С.120–132.
 16. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
 17. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С.В. Методика польового дослідів (Зрошуване землеробство). Херсон: Грінв Д.С., 2014. 448 с.
 18. Дробітько А. В., Нікончук Н. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин. *Наукові праці. Екологія*. 2011. №150(138). С.15–17.
 19. Zarei V., Kahrizi D., Aboughadareh A.P., Sadeghi F. Correlation and path coefficient analysis for determining interrelationships among grain yield and related characters in corn hybrids (*Zea mays* L.). *Int. J. Agric. Crop Sci.* 2012. Vol. 4, Iss. 20. P. 1519–1522. <https://doi.org/10.15388/2012/4-20/1519-1522>.
 20. Капустян М. В., Полухіна А. В., Тимчук В. М., Чернобай Л. М. Відпрацювання інструментарію та алгоритмів корегування селекційних програм по кукурудзі. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 77–84. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134360>.
 21. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Нужна М. В., Боденко Н. А. Моделі гібридів кукурудзи FAO 150–490 для умов зрошення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 1. С. 58–64. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508>.
- REFERENCES:**
1. Kalenska, S. M., Taran, V. G., & Danilov, P. O. (2018). Osoblyvosti formuvannia urozhainosti hibrydiv kukurudzy zalezno vid udobrennia, hustoty stoiannia roslyn ta pohodnykh umov [Peculiarities of yield formation of corn hybrids depending on fertilization, plant stand density and weather conditions]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 101, 42–49 [in Ukrainian].
 2. Tomashuk, O. V. (2018). Produktyvnyshchynstvo kukurudzy pid vplyvom riznykh system zemlerobstva v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Productivity of corn crops under the influence of different farming systems in the conditions of the right-bank forest-steppe]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*, 85, 63–70 [in Ukrainian].
 3. Valovyi zbir kukurudzy iz 73 % ploschch uzhe perevyschchynv mynulo-richnyi. *Agrotimes*. 2022. 14 zhovtnia [The gross harvest of corn from 73% of the areas has already exceeded last year's. *Agrotimes*. 2022. October 14. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyy-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshh-uzheperevyschchynv-mynulo-richnyj> [in Ukrainian].
 4. TOP-10 krain vyrobnykiv kukurudzy v 2021/22 MR [TOP-10 corn producing countries in 2021/22 MR. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/valovyy-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshhuzheperevyschchynv-mynulo-richnyj> [in Ukrainian].
 5. Fomishyna, V. M., Fedorova, N. Ye., Ohorodnyk, R. P., & Batura, I. S. (2022). Doslidzhennia koniunktury svitovoho rynku kukurudzy ta vyznachennia mistsia Ukrainy na nomu [Study of the situation of the world corn market and determining the place of Ukraine in it]. *Bulletin of LTEU. Economic sciences – Visnyk LTEU, Ekonomichni nauky*, 66, 22–28 [in Ukrainian].
 6. Lyubich, V. V. (2020). Formuvannia produktivnosti riznykh hibrydiv kukurudzy [Formation of productivity of different hybrids of corn]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanshoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture*, 97(1), 32–44 [in Ukrainian].
 7. Andriienko, O. O., Vasylykova, K. V., & Andriienko, A. L. (2020). Reaktsiia hibrydiv kukurudzy na zminu hustoty stoiannia roslyn u pivnichnomu stepu Ukrainy [The reaction of corn hybrids to changes in plant stand density in the northern steppe of Ukraine]. *Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture – Zbirnyk naukovykh prats Umanshoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 96(1), 635–651 [in Ukrainian].
 8. Bagatchenko, V. V., Tagantseva, M. M., & Stefkyvska, Yu. L. (2018). Vplyv hustoty stoiannia roslyn kukurudzy na nasinnievu produktivnist batkivskykh komponentiv hibrydiv *Zea mays* L. [Influence of stand density of corn plants on seed productivity of parental components of hybrids *Zea mays* L.]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovnykh buriakiv – Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 26, 56–66 [in Ukrainian].
 9. Morgun, V.V. (2002). Minlyvist vehetatsiinoho periodu i produktivnosti u samozapylenykh liniy kukurudzy v zalezhnosti vid vykhidnoho materialu [Variability of the growing season and productivity in self-pollinated corn lines depending on the source material]. *Adaptive selection of plants. Teoriia ta praktyka – Adaptivna selektsiia roslyn. Theory and practice*. Kyiv, 60 [in Ukrainian].
 10. Zhemela, G. P., Barabolya, O. V., Lyashenko, V. V., Lyashenko, E. S., & Podolyak, V.A. (2021). Formuvannia produktivnosti zerna hibrydamy kukurudzy zalezno vid normy vysivu [Formation of grain productivity by corn hybrids depending on the sowing rate]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 97–105 [in Ukrainian].

11. Bilokur, Y. V., & Ryabovol, L. O. (2021). Stvorennia ta otsinka vykhidnoho materialu erektoidnykh form kukurudzy (ohliad literatury) [Creation and evaluation of the source material of erectoid forms of corn (literature review)]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NUS – Collection of scientific works of the Uman National Academy of Sciences*, 99(1), 105–117 [in Ukrainian].
 12. Vozhegova, R. A., Lavrynenko, Yu. O., Marchenko, T. Yu., Pilyarska, O. O., & Mishchenko, S. V. (2022). Masa 1000 zeren ta urozhainist hibrydiv kukurudzy zalezno vid hustoty posivu ta obrobitku biopreparatamy [The weight of 1000 grains and the yield of corn hybrids depending on the density of sowing and treatment with biological preparations]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 77, 13–18. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.3> [in Ukrainian].
 13. Palamarchuk, V. D. (2018). Kharakterystyka hibrydiv kukurudzy za masoiu 1000 zeren ta produktyvnistiu zalezno vid elementiv tekhnologii [Characteristics of corn hybrids by weight of 1000 grains and productivity depending on elements of technology]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, 1, 38–42. <https://doi.org/10/P1P5I2P10-0478-2018-1-P8-42> [in Ukrainian].
 14. Marchenko, T. Yu., Vozhegova, R. A., Lavrynenko, Yu. O., & Khomenko, T. M. (2019). Minlyvist skladovykh elementiv produktyvnosti hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti za umov zroshennia [Variability of the constituent elements of the productivity of corn hybrids of different maturity groups under irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and protection*, 15(3), 279–287. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181093> [in Ukrainian].
 15. Rudavska, N. M., & Hlyva, V. V. (2018). Formuvannia produktyvnosti hibrydiv kukurudzy v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Formation of the productivity of corn hybrids in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 64, 120–132 [in Ukrainian].
 16. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2009). Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz rezultativ polovykh doslidiv [Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
 17. Ushkarenko, V. O., Vozhegova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2014). Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo) [Field experiment methodology (Irrigated agriculture)]. Kherson: Grin D.S. [in Ukrainian].
 18. Drobitko, A. V., & Nikonchuk, N. V. (2011). Struktura roslin ta urozhainist kukurudzy zalezno vid sposobu sivby i hustoty roslin [Plant structure and corn productivity depending on the sowing method and plant density]. *Scientific works. Ecology – Naukovi pratsi. Ekolohiia*, 150(138), 15–17 [in Ukrainian].
 19. Zarei, B., Kahrizi, D., Aboughadareh, A. P., & Sadeghi, F. (2012). Correlation and path coefficient analysis for determining interrelationships among grain yield and related characters in corn hybrids (*Zea mays* L.). *Int. J. Agric. Crop Sci*, 4(20), 1519–1522. <https://doi.org/IJACS/2012/4-20/1519-1522> [in English].
 20. Kapustyan, M. V., Polukhina, A. V., Tymchuk, V. M., & Chernobaj, L. M. (2018). Vidpratsiuvannia instrumentarii ta alhorytmiv korehuvannia selektsiinykh prohram po kukurudzi [Development of tools and algorithms for correcting breeding programs for corn]. *Selektsiia i nasinytstvo – Breeding and seed production*, 113, 77–84. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2018.134360> [in Ukrainian].
 21. Lavrynenko, Yu. O., Marchenko, T. Yu., Nuzhna, M. V., Bodencko, N. A. (2018). Modeli hibrydiv kukurudzy FAO 150–490 dlia umov zroshennia. [Models of maize hybrids FAO 150–490 for irrigation conditions]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(1), 58–64. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508> [in Ukrainian].
- Скакун В.М., Марченко Т.Ю. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології**
- Мета.** Удосконалення агротехнічних заходів технології вирощування нових вітчизняних гібридів кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України, в тому числі визначення показників структури качана, що впливають на продуктивність рослин гібридів кукурудзи різних груп ФАО. **Методи.** Двофакторний польовий дослід, методи математичної статистики. **Результати.** Актуальним напрямом сучасного аграрного виробництва є вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО, що адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов певної зони України. Об'єктом досліджень слугували процеси формування структури урожайності у новостворених вітчизняних гібридів: Зедан 26 (ФАО 240), Зедан 26 (ФАО 240) та Зедан 28 (ФАО 260). У гібридів кукурудзи середнє значення кількість зерен у ряді була у гібриду Зедан 26 – 38,9 шт., у гібриду Зедан 28 – 41,9 шт., у гібриду Зедан 32 – 44,9 шт. Максимальні показники кількості зерен у ряді качана кукурудзи від 42,3 до 48,4 шт. була на варіантах густоти рослин 70 тис. рослин/га. Максимальне значення довжини качана відзначили у гібриду Зедан 32 – 18,8 см. Максимальне значення довжини качана спостерігалось за густоти рослин 70 тис. росл./га від 17,3 до 19,0 см. Найбільшою озерненою довжиною качанів (у середньому за густотою) характеризується середньостиглий гібрид Зедан 32 (18,2 см). Показник діаметру качанів гібридів під впливом густоти рослин змінювались неоднаково, але спостерігалась тенденція збільшення його розмірів за густоти рослин 70 тис. росл./га на 0,6–1,5 см в порівнянні з густотою 100 тис. росл./га. Важливою ознакою зернової продуктивності кукурудзи є маса зерна з качана. Найбільш сприятливі умови для росту та розвитку рослин, а як наслідок і формування максимальних показників маси зерна з качана у досліді формувались на варіанті з густотою 70 тис. росл./га і становили відповідно 153,8 г у Зедан 26, 169,7 – у Зедан 28, 202,9 г – у Зедан 32. Встановлено, що довжина качана озернена позитивно корелює на високому рівні значущості у гібрида Зедан 32. Коефіцієнт кореляції становив 0,711, що вказує можливості підвищення урожайності зерна за збільшення озерненості качана. У гібриду Зедан 26 найбільша урожайність прогнозується за довжини качана 16,9–17,9 см. У гібриду Зедан 28 максимальний прояв урожайності зерна зафіксований за довжини качана озерненої в межах 16,0–16,5 см. Встановлені параметри показників структури качана, що впливають на продуктивність рослин гібридів кукурудзи різних груп ФАО (240–320) та інтенсивності, за варіювання щільності ценозу від 70 до 100 тис. рослин

на гектарі посіву. **Висновки.** Встановлено, що досліджувані елементи структури продуктивності качана мали залежність від генотипу гібриду та варіантів технології вирощування і для реалізації генотипового потенціалу необхідно встановлювати індивідуальну реакцію на технологічні заходи. Гібрид кукурудзи інтенсивного типу Зедан 32 мав високу лінійну кореляцію урожайності зерна і маси качана ($r=0,635$). Проте, максимум урожайності був на рівні 170–190 г зерна з качана. Підвищення маси зерна качана понад цих параметрів прогнозувало зменшення продуктивності посіву. Конфлікт індивідуальної продуктивності рослини і продуктивності посіву був спричинений щільністю ценозу, що вимагає встановлення експериментальним шляхом оптимальної густоти рослин в посіві. Гібриди кукурудзи Зедан 28 та Зедан 26 мали певні обмеження індивідуальної продуктивності рослин для реалізації потенційної продуктивності посіву. Підвищення маси зерна з качана понад 160 г може призводити до різкого падіння урожайності зерна. У цих гібридів підвищення маси зерна з качана агротехнічними заходами (за рахунок зменшення густоти рослин) призводить до різкого зменшення урожайності зерна. Особливістю цих гібридів є генотипова складова, що дозволяє їх вирощування за високої щільності ценозу. Для отримання максимальної урожайності кожного гібрида в умовах Центрального Степу України необхідно враховувати особливості їх реакції на щільність ценозу посівів.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, густота рослин, довжина качана, довжина качана озернена, кількість зерен у ряді, маса зерна з качана, урожайність.

Skakun V.M., Marchenko T.Yu. Structure of yield of corn hybrids depending on elements of agrotechnology

The purpose. Improvement of agrotechnical measures of the technology of growing new domestic hybrids of corn in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine, including the determination of indicators of the structure of the cob, which affect the productivity of plants of corn hybrids of different FAO groups. **Methods.** Two-factor field experiment, methods of mathematical statistics. **Results.** The current direction of modern agricultural production is the cultivation of corn hybrids of various FAO groups, which are adapted to the soil and climatic conditions of a certain zone of Ukraine. The object of research was the formation of the yield structure in newly created domestic hybrids: Zedan 26 (FAO 240), Zedan 26 (FAO 240) and Zedan 28 (FAO 260). Among corn hybrids, the average number of grains in a row was 38.9 pcs. in the Zedan 26 hybrid, 41.9 pcs. in the Zedan 28 hybrid, and 44.9 pcs. in the Zedan 32 hybrid. The maximum indicators of the number of grains in a row of a corn cob are from 42.3 to 48.4 pcs. was on plant density variants of 70 thousand plants/ha. The maximum value of the cob length was noted in the hybrid Zedan 32 – 18.8 cm. The maximum value of the cob length was observed at a plant density of 70 thousand plants/ha

from 17.3 to 19.0 cm. The largest seeded cob length (on average by density) is characterized by the mid-ripe hybrid Zedan 32 (18.2 cm). The indicator of the diameter of the cobs of hybrids under the influence of plant density varied unevenly, but there was a tendency to increase its size at a plant density of 70,000 plants/ha by 0.6–1.5 cm compared to a density of 100,000 plants/ha. An important feature of corn grain productivity is the mass of grain from the cob. The most favorable conditions for the growth and development of plants, and as a result, the formation of the maximum indicators of the mass of grain from the cob in the experiment were formed on the variant with a density of 70 thousand plants/ha and were, respectively, 153.8 g in Zedan 26, 169.7 g in Zedan 28, 202.9 g in Zedan 32. It was established that the length of the seeded cob is positively correlated at a high level of significance in the hybrid Zedan 32. The correlation coefficient was 0.711, which indicates the possibility of increasing grain yield by increasing the seeding of the cob. In the Zedan 26 hybrid, the highest yield is predicted for the cob length of 16.9–17.9 cm. In the Zedan 28 hybrid, the maximum manifestation of grain yield is recorded for the seeded cob length in the range of 16.0–16.5 cm. The set parameters of the cob structure indicators, which affect the productivity of corn hybrid plants of different FAO groups (240–320) and intensity, for varying the density of the cenosis from 70 to 100 thousand plants per hectare of sowing. **Conclusions.** It was established that the studied elements of the structure of the productivity of the cob depended on the genotype of the hybrid and variants of the growing technology, and to realize the genotypic potential, it is necessary to establish an individual reaction to technological measures. The Zedan 32 intensive type corn hybrid had a high linear correlation of grain yield and cob weight ($r=0.635$). However, the maximum yield was at the level of 170–190 g of grain from a cob. An increase in the mass of cob grain above these parameters predicted a decrease in crop productivity. The conflict between the individual productivity of the plant and the productivity of the crop was caused by the density of the cenosis, which requires the establishment of the optimum density of plants in the crop through experimentation. Maize hybrids Zedan 28 and Zedan 26 had certain limitations of individual plant productivity to realize potential crop productivity. An increase in the mass of grain from a cob over 160 g can lead to a sharp drop in grain yield. In these hybrids, increasing the mass of grain from the cob by agrotechnical measures (due to a decrease in plant density) leads to a sharp decrease in grain yield. The peculiarity of these hybrids is the genotypic component, which allows their cultivation at a high density of cenosis. To obtain the maximum yield of each hybrid in the conditions of the Central Steppe of Ukraine, it is necessary to take into account the peculiarities of their reaction to the density of the sowing cenosis.

Key words: corn, hybrid, plant density, length of cob, length of cob seeded, number of grains in a row, mass of grain per cob, productivity.