

ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК
УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

СКАКУН ВАДИМ МИХАЙЛОВИЧ

УДК 631.52:633.15:631.5 (477.46)

ДИСЕРТАЦІЯ

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛІНІЇ–
БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ІННОВАЦІЙНИХ ГІБРИДІВ
КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

201 Агрономія

20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ В. М. Скакун

Науковий керівник: МАРЧЕНКО ТЕТЯНА ЮРІЇВНА,
доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Одеса – 2023 р.

АНОТАЦІЯ

Скакун В. М. Оптимізація елементів технології вирощування лінії–батьківських компонентів та інноваційних гібридів кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. – Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Одеса, 2023.

У дисертації наведено наукове обґрунтування та нове вирішення актуальної наукової проблеми, яка полягає у розробці та вдосконаленні технологічних заходів вирощування новостворених лінії–батьківських компонентів на ділянках розмноження та інноваційних гібридів кукурудзи з метою отримання високої продуктивності та якості врожаю насіння та зерна за використання елементів технології в умовах Центрального Лісостепу України.

Актуальність роботи полягає в необхідності забезпечити агропромисловий комплекс країни гібридами кукурудзи, які були б водночас рентабельними при вирощуванні та повністю задовольняли потреби споживачів за якістю готової продукції та забезпечення насінневих господарств насінням ліній – батьківських компонентів для закладення ділянок гібридизації.

Наукова новизна досліджень зумовлена тим, що вперше в Україні встановлено:

- вплив щільності посіву на ріст, розвиток та формування біометричних показників рослин новостворених лінії–батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО;

- фотосинтетичні показники (площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал) залежно від елементів технології вирощування рослин лінії–батьківських компонентів та гібридів кукурудзи;

- вплив щільності посіву на формування показників структури врожайності ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи;
- економічну ефективність вирощування ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи за різних елементів технології.

За результатами проведеної роботи було встановлено, що висота рослини, висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана залежали від досліджуваних факторів – генотипу ліній та гібриду, та щільності ценозу.

Доведено, що найбільш інтенсивні лінійні ростові процеси рослин кукурудзи відбувалися до фази цвітіння качанів. Показник висоти рослин ліній – батьківських компонентів кукурудзи різних груп стиглості коливався у фазу цвітіння качанів від 169,5 до 194,4 см. Висота рослин змінювалася залежно від густоти рослин. Висота стебла у рослин батьківського компоненту ОР26А (ФАО 240) збільшувалась на 5,4% за збільшення густоти від 70 до 100 тис. рослин / га, у лінії АВ20Б (ФАО 260) збільшувалась на 6,1%, лінії ОР28А (ФАО 260) – на 8,7%, лінії ОР32А (ФАО 320) – на 5,1%, лінії АВ30Б (ФАО 320) – на 4,7%.

Для кожної лінії існував індивідуальний оптимум висоти рослин, що забезпечував найвищий рівень урожайності насіння. Так, для ліній АВ30Б і ОР28А оптимальні параметри висоти рослин знаходились в межах 185–190 см, що може забезпечувати урожайність насіння на рівні 4–4,5 т/га. Для ліній ОР32А і ОР26А оптимальна висота рослин була в межах 175–185 см. Характерним є те, що такий оптимум не пов'язаний з групою стиглості ліній, а є результатом генотип-середовищної реакції на агротехнічні заходи.

Висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана змінювалася у досить широких межах – від 66,8 до 97,5 см. Найвище він розташовувався у середньостиглої лінії АВ30Б (ФАО 320) (в середньому на рівні 95,3 см), а найнижче – у середньоранньої лінії ОР26А (в середньому 69,1 см)

Достатньо високий коефіцієнт кореляції між висотою прикріплення верхнього (продуктивного) качана й урожайністю ($r = 0,383\dots959$) вказує на

можливість візуального проведення попередніх доборів на підвищення продуктивності за прикріплення верхнього (продуктивного) качана.

Доведено, що основним фактором впливу на індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин є генотип інбредної лінії. Зростання групи ФАО також призводить до підвищення індексу співвідношення. Найменшим індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин був у лінії ОР26А за густоти 70 тис. рослин/га – 0,394. З підвищенням густоти рослин в посіві індекс співвідношення поступово зростав і досягнув максимуму за густоти рослин 100 тис. рослин/га – 0,403. Аналогічно підвищувався індекс співвідношення і у інших самозапилених ліній – батьківських компонентів зі збільшенням групи ФАО цих гібридів. Так, в середньому за фактором А (генотип лінії), індекс співвідношення зростав з показника 0,398 (лінія ОР26А з ФАО 240) до показника 0,501 у лінії АВ30Б з ФАО 320. У ліній АВ20Б, ОР32А та лінії АВ30Б індекс співвідношення висоти прикріплення качана та висоти рослин знаходився з мінімальними відхиленнями від середнього значення з максимальним значенням за густоти 70 тис. рослин/га. Достатньо висока додатна залежність індексу співвідношення висоти прикріплення качана та урожайності насіння спостерігалась тільки у ліній ОР26А та АВ20Б. Урожайність насіння цих ліній зростало зі збільшенням індексу. У ліній ОР26А, АВ20Б та ОР28А встановлена криволінійна залежність з від'ємними коефіцієнтами кореляції.

Генотип гібриду впливав на висоту рослин, найбільші значення якої у середньому становили 283,1 см у середньостиглого гібриду Зедан 32 (ФАО 320). Найменша висота була у середньораннього гібриду Зедан 26 (ФАО 240) і дорівнювала 245,4 см. Це пов'язано як з тривалістю вегетації, так і морфологічними особливостями габітусу гібридів. Збільшення висоти рослин від загущення ценозу з 70 до 100 тис. росл. / га склало 11,5 см, або 4,2%. Максимальна висота рослин 288,4 см спостерігалась у гібриду Зедан 32 (ФАО 320) за густоти 100 тис. рослин / га.

В наших дослідженнях висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана гібридів змінювалась у досить широких межах – від 96,1 до 114,9 см. Найвище він розташовувався у гібриду Зедан 32 (ФАО 320) (в середньому на рівні 113,6 см), а найнижче – у гібриду Зедан 26 (в середньому 97,6 см).

Досліджено, що висота кріплення качанів за густоти 70 тис. рослин / га знаходилась у межах 96,1–111,2 см, за густоти 80 тис. рослин / га – 96,5–113,5 см, за густоти 90 тис. рослин / га – 98,1–114,7 см, за густоти 100 тис. рослин / га – 99,6–114,9 см. Середньостиглий гібрид кукурудзи Зедан 32 показав найбільше значення висоти закладання качанів на рослині за густоти 100 тис. рослин / га – 114,9 см.

У досліджуваних гібридів індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин мінімально залежав від густоти рослин. Мінімальні розбіжності індексу співвідношення у гібридів за різної щільності ценозу свідчать про те, що у гібридів кукурудзи цей показник є більш стабільним і паратипова мінливість його мінімальною.

Встановлено, що генотип лінії впливав на площу листкової поверхні. Найбільша площа листків у рослин кукурудзи у середньому становила 0,473 м²/рослину у середньостиглої лінії АВ30Б (ФАО 320), найменша площа була у лінії ОР26А (ФАО 240) і дорівнювала 0,336 м²/рослину. Зменшення площі асиміляційного апарату однієї рослини від загущення посівів з 70 до 100 тис. рослин / га склало 0,035 м²/рослину, або 8,0%. Максимальна площа листкової поверхні спостерігалась у лінії АВ30Б (ФАО 320) за густоти 70 тис. рослин / га – 0,499 м²/рослину.

Установлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між ознаками урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та площі асиміляційної поверхні за різних густот, коефіцієнти кореляції знаходились в межах від 0,701 до 0,991

Листкові індекси коливались від мінімальних значень у середньоранньої лінії ОР26А (ФАО 240) 2,44–3,25 до максимальних значень у середньостиглої

лінії АВ30Б (ФАО 320) 3,49–4,58 залежно від густоти рослин. Максимальні значення листкового індексу у фазу цвітіння качанів спостерігали у ліній ОР–32А та АВ30Б (від 3,30–3,49 за густоти 70 тис. рослин / га до 4,31–4,58 за густоти 100 тис. рослин / га).

З'ясовано, що загущення посівів збільшувало площу асиміляційної поверхні посіву: більші значення листкового індексу рослин батьківських компонентів всіх груп стиглості, на відміну від площі листків однієї рослини, відмічено за густоти 100 тис. рослин / га (3,25–4,58, у середньому 4,03), а найменшу – за густоти 70 тис. рослин / га (2,44–3,49, у середньому 3,07).

Коефіцієнт кореляція між листковим індексом і урожайністю насіння показав у більш скоростиглих лінії позитивний зв'язок: у лінії ОР26А (ФАО 240) $r = 0,992$, у лінії АВ20Б (ФАО 260) $r = 0,723$, у лінії ОР28А (ФАО 260) $r = 0,844$. У більш пізньостиглих ліній ОР32А (ФАО 320) та АВ30Б (ФАО 320) спостерігався негативний зв'язок: $r = -0,864$ та $r = -0,835$.

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи збільшувався з подовженням тривалості періоду вегетації і показав максимальні показники у середньостиглої лінії АВ30Б (ФАО 320) за щільності посіву 100 тис. рослин / га – 3521,5 тис. $m^2 \cdot дїб$. Максимальний фотосинтетичний потенціал посівів ліній кукурудзи всіх груп ФАО спостерігався при загущенні посівів до 100 тис. рослин / га – від 2086,4 тис. $m^2 \cdot дїб$ (лінія ОР26А) до 3021,5 тис. $m^2 \cdot дїб$ (лінія АВ30Б), що прямо пов'язано з тривалістю вегетації батьківських компонентів.

Коефіцієнт кореляції між фотосинтетичним потенціалом і урожайністю насіння проявив у більш скоростиглих лінії позитивний зв'язок: у лінії ОР26А (ФАО 240) $r = 0,982$, у лінії АВ20Б (ФАО 260) $r = 0,633$, у лінії ОР28А (ФАО 260) $r = 0,712$, у більш пізньостиглих ліній ОР32А (ФАО 320) та АВ30Б (ФАО 320) спостерігався негативний взаємозв'язок: $r = -0,834$ та $r = -0,844$ відповідно.

Максимальна площа асиміляційної поверхні однієї рослини була

зафіксована по всіх гібридах за густоти стояння рослин – 70 тис. росл. / га. За порівняльної оцінки гібридів виявилось, що за показником «площа асиміляційної поверхні» стабільно вищі показники серед гібридів демонстрував гібрид Зедан 32, площа асиміляційної поверхні однієї рослини, у середньому, була в межах від 0,461 за густоти 100 тис росл./га до 0,498, м²/рослину за густоти 70 тис. росл. / га.

В наших дослідженнях листковий індекс коливався від 2,89 до 4,61, найбільший вплив на листковий індекс здійснювала щільність посіву гібридів. Так амплітуда коливання листкового індексу у гібриду Зедан 26 становила 0.86 (за зміни щільності посіву від 70 до 100 тис. рослин/га), у гібриду Зедан 28 – амплітуда становила 0,97, у гібриду Зедан 32 – 1,13. Амплітуда коливання листкового індексу у гібридів за щільності 70 тис. рослин/га становила 0,59, а за густоти 100 тис. рослин/га вона становила максимальне значення – 0,86.

Листковий індекс поступово зростав у всіх гібридів з густоти 70 тис. рослин/га до 100 тис. рослин/га. Найбільших показників листковий індекс досягав у гібриду Зедан 32, а найменших – у гібриду Зедан 26.

В наших дослідженнях фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи збільшувався зі збільшенням тривалості вегетаційного періоду і показав максимальні показники у середньостиглого гібриду Зедан 32 – в середньому 2111,6 тис. м²*діб. Найбільший фотосинтетичний потенціал посівів гібридів кукурудзи всіх груп ФАО виявлявся за загущення ценозу до 100 тис. рослин / га – від 1873,9 тис. м²*діб у гібриду Зедан 26 до 2304,9 тис. м²* діб у гібриду Зедан 32.

Встановлено, що серед батьківських компонентів найвища маса 1000 насінин спостерігалась у середньостиглої лінії Змішаної генетичної плазми АВ30Б (ФАО 320) – в середньому 172,2 г. Найменшу масу (138,6 г в середньому) показала лінія плазми Змішана ОР26А (ФАО 240). Найбільшу масу 1000 насінин (в середньому 187,1–192,2 г) показали середньостиглі лінії ОР32А і АВ30Б за густоти 70 тис. рослин / га. Загалом усі лінії – батьківські

компоненти максимальну масу 1000 зерен показали за густоти 70 тис. рослин / га (у середньому 168,9 г), яку можна вважати оптимальною. Збільшення густоти посіву до 80, 90 і 100 тис. рослин / га викликало зменшення показників досліджуваної ознаки.

Для максимального прояву ознаки «маса 1000 насінин» оптимальною виявлялась густина 70 тис. рослин / га. За густоти 100 тис. рослин / га всі лінії різних груп ФАО показали мінімальний прояв ознаки.

Доведено, що середньоранні лінії ОР26А (ФАО 240), АВ20Б (ФАО 260), ОР28А (ФАО 260) показали негативний зв'язок між урожайністю та масою 1000 насінин: $r = -0,967$, $-0,721$ та $-0,687$. Ці лінії мають невисокі генотипові показники крупності зерна, тому збільшення маси 1000 зерна агротехнічними заходами за рахунок зрідженості посіву призводить до різкого зниження урожайності насіння. Середньостиглі лінії АВ30Б (ФАО 320), ОР32А (ФАО 320) показали тісний позитивний кореляційний зв'язок між масою 1000 насінин та урожайністю насіння: $r = 0,859$ та $0,822$ відповідно.

Досліджено, що батьківські компоненти по-різному реагували на густоту рослин, оптимальну площу живлення треба встановлювати індивідуально для кожного генотипу. Найвища врожайність насіння – 4,46 т/га сформувалась у лінії АВ30Б (ФАО 320), що пов'язано зі збільшеною тривалістю періоду вегетації і оптимізованою технологією.

Встановлено – в середньому за роками найбільша урожайність насіння 4,46 т/га була у середньостигла лінії АВ30Б (ФАО 320), яка є батьківською формою гібриду Зедан 32 (ФАО 320), плазма Змішана, за густоти 80 тис. рослин / га. За густоти 90 тис. рослин / га врожайність склала 4,21 т/га, за умови загущення посівів до 90 тис. рослин / га спостерігалось зниження урожайності до 4,19 т/га.

Середньостигла лінія ОР32А (ФАО 320), яка є материнською формою гібриду Зедан 32 (ФАО 320), плазма Змішана, також максимальну врожайність показала за густоти 80 тис. рослин / га, що становила 4,42 т/га. За густоти 100

тис. рослин / га спостерігалась мінімальна урожайність – 4,11 т/га.

Середньорання лінія OP28A (ФАО 260) – материнська форма гібриду Зедан 28 (ФАО 260), плазма Змішана, – максимальну врожайність показала за густоти рослин 90 тис. рослин / га (4,21 т/га), мінімальну – за густоти 70 тис. рослин / га (3,87 т/га).

Середньорання лінія АВ20Б (ФАО 260), яка є батьківською формою гібридів Зедан 26 (ФАО 240) і Зедан 28 (ФАО 260), плазма Змішана, максимальну врожайність на рівні 4,17 т/га показала за густоти 90 тис. рослин / га, мінімальну 3,61 т/га – за густоти за густоти 70 тис. росл./га.

Середньорання лінія OP26A (ФАО 240) – материнська форма гібриду Зедан 26 (ФАО 240), плазма Змішана, – максимальну врожайність показала за густоти рослин 100 тис. рослин / га (3,82 т/га), мінімальну – за густоти 70 тис. рослин / га (3,52 т/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. Порівнюючи із густотою 100 тис. росл./га маса качана була більшою на 27,6 – 69,1 г.

Доведено, що 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.

Максимальне значення ознаки «довжина качана» 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.

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.

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.

Максимальні показники 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.

Середньоранній гібрид Зедан 26 (ФАО 240) максимальну врожайність зерна 12,92 т/га показав за щільності ценозу 90 тис. рослин / га. Зменшення густоти стояння рослин до 80 тис. рослин / га призвело до падіння врожаю зерна на 0,98 т/га, або 7,8%, подальше зрідження посіву до 70 тис. рослин / га привело до зниження врожаю зерна на 2,17 т/га, або 17,1%, Загущення посіву до 100 тис. рослин / га викликало зниження врожаю на 0,40 т/га, або 3,2 %.

Гібрид середньоранньої групи Зедан 28 (ФАО 260) найбільшу врожайність зерна 13,54 т/га показав за густоти стояння рослин 90 тис. рослин / га. Зменшення щільності ценозу до 80 тис. рослин / га призвело до зменшення врожаю на 1,22 т/га, або 8,9%, зрідження ценозу до 70 тис. рослин / га викликало падіння врожаю зерна на 1,71 т/га, або 12,6%, в той же час загущення ценозу до 100 тис. рослин / га призвело до зменшення врожаю на 0,60 т/га, або 4,5%.

Гібрид середньостиглої групи Зедан 32 (ФАО 320) максимальну врожайність зерна 15,24 т/га (найвищий показник в досліді з-поміж інших

генотипів) показав за густоти 80 тис. рослин / га. Подальше зменшення густоти стояння рослин до 70 тис. рослин / га викликало падіння врожаю на 1,10 т/га, або 7,3%, ріст щільності ценозу до 90 тис. рослин / га вплинуло на зменшення врожаю зерна кукурудзи на 0,61 т/га, або 3,9 %, а загушення посіву до 100 тис. рослин / га стало причиною різкого зменшення врожаю на 1,91 т/га, або 12,5%.

Доведено, що найбільш прибутковим та найменш затратним агрозаходом виявився такий фактор як густина рослин. За рахунок підвищення врожайності насіння ліній кукурудзи і зниження технологічних витрат, чистий прибуток може складати 90,08 – 117,63 тис. гривень з гектара.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність був у батьківського компоненту АВ30Б за густоти 80 тис. рослин/га – 118,88 тис. грн/га та 255 % відповідно. У батьківського компоненту ОР26А найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність зафіксовано за густоти рослин 100 тис. росл./га – 99,54 тис. грн/га та 232 % відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії АВ20Б були за густоти рослин 90 тис. росл./га – 110,32 тис. грн/га та 249 % відповідно. У лінії ОР28А найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність були за густоти рослин 90 тис. росл./га – 111,53 тис. грн/га та 251% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ОР32А були за густоти рослин 80 тис. росл./га – 117,63 тис. грн/га та 252 % відповідно.

Встановлено, у середньостиглого гібриду Зедан 32 за густоти 80 тис. росл/га. була найнижчою собівартість продукції – 1,29 тис. грн/т., максимальне значення умовно чистого прибутку (41,26 тис. грн/га) та показник рівня рентабельності був максимальний – 209 %.

За результатами проведених досліджень запропоновано рекомендації для селекційної практики і виробництва, а саме:

- для створення нових гібридів кукурудзи зернової використовували лінії-батьківські компоненти гібридів кукурудзи, які поєднують високу

комбінаційну здатність за врожайністю із комплексом цінних селекційних ознак: ОР26А (ФАО 240), АВ20Б (ФАО 260), ОР28А (ФАО 260), ОР32А (ФАО 320), АВ30Б (ФАО 320).

– для забезпечення агропромисловості якісною сировиною вирощувати у виробництві гібриди кукурудзи Зедан 26 (ФАО 240), Зедан 28 (ФАО 260), Зедан 32 (ФАО 320), занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2023 рік.

Ключові слова: кукурудза, лінія – батьківський компонент, гібрид кукурудзи, густина стояння, щільність ценозу, біометричні показники, урожайність, маса 1000 насінин, структура качана, насіння, зерно.

ANNOTATION

Skakun V. M. Optimization of the elements of the technology of growing the line-parental components and innovative hybrids of corn in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 - Agronomy. – Institute of climate smart agriculture of the national academy of agrarian sciences of Ukraine, Odesa, 2023.

The dissertation provides a scientific rationale and a new solution to an actual scientific problem, which consists in the development and improvement of technological measures for the cultivation of newly created lines-parental components on breeding sites and innovative hybrids of corn with the aim of obtaining high productivity and quality of the seed and grain harvest using elements of technology in the conditions of the Central Forest Steppe of Ukraine.

The urgency of the work lies in the need to provide the agro-industrial complex of the country with corn hybrids that would be profitable at the same time when growing and fully satisfy the needs of consumers in terms of the quality of

finished products and to provide seed farms with seeds of lines - parent components of seed farms for planting hybridization plots.

The scientific novelty of the research is due to the fact that for the first time in Ukraine:

- the effect of sowing density on the growth, development and formation of biometric indicators of plants of newly created lines-parental components and hybrids of corn of different FAO groups;

- photosynthetic indicators (leaf surface area, photosynthetic potential) depending on the elements of the technology of growing plants of the parent line and corn hybrids;

- the effect of sowing density on the formation of indicators of the structure of the yield structure of the line-parental components and hybrids of corn;

- the economic efficiency of growing the line-parental components and hybrids of corn using various elements of technology.

According to the results of the work, it was established that the height of the plant, the height of the attachment of the upper (productive) cob depended on the studied factors - the genotype of the lines and the hybrid, and the density of the coenosis.

It has been proven that the most intensive linear growth processes of corn plants occurred before the cob flowering phase. The height index of plants of lines - parental components of corn of different maturity groups fluctuated in the phase of cob flowering from 169.5 to 194.4 cm. The height of plants varied depending on the density of plants. The height of the stem in plants of the parent component OP26A (FAO 240) increased by 5.4% with an increase in the density from 70 to 100 thousand plants / ha, in line AB20B (FAO 260) it increased by 6.1%, line OP28A (FAO 260) - by 8.7%, line OP32A (FAO 320) - by 5.1%, line AB30B (FAO 320) - by 4.7%.

For each line, there was an individual optimum plant height that ensured the highest level of seed yield. For example, for AB30B and OP28A lines, the optimal

plant height parameters were within 185–190 cm, which can ensure seed yield at the level of 4–4.5 t/ha. For OP32A and OP26A lines, the optimal plant height was within 175–185 cm. It is characteristic that such an optimum is not related to the maturity group of the lines, but is the result of the genotype-environment response to agrotechnical measures.

The height of the attachment of the upper (productive) cob varied within quite wide limits - from 66.8 to 97.5 cm. It was the highest in the medium-ripe line AB30B (FAO 320) (on average at the level of 95.3 cm), and the lowest in the medium-early line OP26A (on average 69.1 cm)

A fairly high correlation coefficient between the height of the attachment of the upper (productive) cob and the yield ($r = 0.383...959$) indicates the possibility of visual preliminary selections to increase productivity by attaching the upper (productive) cob.

It has been proven that the genotype of the inbred line is the main factor affecting the index of the ratio of the height of the cob attachment to the height of the plants. The growth of the FAO group also leads to an increase in the ratio index. The lowest index of the ratio of the height of the cob attachment to the height of the plants was in the OP26A line at a density of 70,000 plants/ha – 0.394. With an increase in the density of plants in the sowing, the ratio index gradually increased and reached a maximum at a plant density of 100,000 plants/ha – 0.403. Similarly, the ratio index also increased in other self-pollinated lines - parental components with an increase in the FAO group of these hybrids. Thus, on average, according to factor A (genotype of the line), the ratio index increased from 0.398 (OR26A line with FAO 240) to 0.501 in the AB30B line with FAO 320. In the AB20B, OR32A and AB30B lines, the index of the ratio of the height of the cob attachment to the height of plants was with minimal deviations from the average value with a maximum value at a density of 70,000 plants/ha. A sufficiently high positive dependence of the index of the ratio of the height of the cob attachment and seed yield was observed only in lines OP26A and AB20B. The seed yield of these lines

increased with increasing index. Lines OP26A, AB20B and OP28A have a curvilinear dependence with negative correlation coefficients.

The genotype of the hybrid affected the height of the plants, the highest values of which on average were 283.1 cm in the mid-ripening hybrid Zedan 32 (FAO 320). The lowest height was the mid-early hybrid Zedan 26 (FAO 240) and was equal to 245.4 cm. This is related to both the duration of vegetation and the morphological features of the hybrids' habit. An increase in the height of plants due to the thickening of the census from 70 to 100 thousand plants. / ha was 11.5 cm, or 4.2%. The maximum plant height of 288.4 cm was observed in the hybrid Zedan 32 (FAO 320) at a density of 100,000 plants/ha.

In our research, the height of attachment of the upper (productive) cob of the hybrids varied within quite wide limits - from 96.1 to 114.9 cm. It was the highest in the hybrid Zedan 32 (FAO 320) (on average at the level of 113.6 cm), and the lowest - in the Zedan 26 hybrid (97.6 cm on average).

It was investigated that the height of the cob attachment at a density of 70,000 plants/ha was within 96.1–111.2 cm, at a density of 80,000 plants/ha – 96.5–113.5 cm, at a density of 90,000 plants / ha – 98.1–114.7 cm, at a density of 100,000 plants / ha – 99.6–114.9 cm. The mid-ripe corn hybrid Zedan 32 showed the highest value of the height of cob laying on a plant at a density of 100,000 plants / ha - 114.9 cm.

In the studied hybrids, the index of the ratio of the height of the cob attachment to the height of the plants minimally depended on the density of the plants. Minimal differences in the ratio index in hybrids at different densities of coenosis indicate that this indicator is more stable in corn hybrids and its paratypic variability is minimal.

It was established that the genotype of the line influenced the leaf surface area. The largest leaf area of corn plants on average was 0.473 m²/plant in the medium-ripening line AB30B (FAO 320), the smallest area was in the line OP26A (FAO 240) and was equal to 0.336 m²/plant. The decrease in the area of the assimilation apparatus of one plant from the thickening of crops from 70 to 100,000 plants/ha

was 0.035 m²/plant, or 8.0%. The maximum leaf surface area was observed in line AB30B (FAO 320) at a density of 70,000 plants/ha – 0.499 m²/plant.

A strong positive correlation was established between the characteristics of the seed yield of lines - parental components and the area of the assimilation surface at different densities, the correlation coefficients ranged from 0.701 to 0.991

Leaf indices ranged from the minimum values in the mid-early line OP26A (FAO 240) 2.44–3.25 to the maximum values in the mid-mature line AB30B (FAO 320) 3.49–4.58 depending on plant density. The maximum values of the leaf index during the cob flowering phase were observed in lines OP–32A and AB30B (from 3.30–3.49 at a density of 70,000 plants/ha to 4.31–4.58 at a density of 100,000 plants/ha) .

It was found that the thickening of crops increased the area of the assimilation surface of the crop: larger values of the leaf index of plants of the parent components of all maturity groups, in contrast to the area of leaves of one plant, were noted for the density of 100 thousand plants / ha (3.25–4.58, on average 4.03), and the smallest - at a density of 70 thousand plants / ha (2.44–3.49, on average 3.07).

The correlation coefficient between the leaf index and seed yield showed a positive relationship in more precocious lines: in line OP26A (FAO 240) $r = 0.992$, in line AB20B (FAO 260) $r = 0.723$, in line OP28A (FAO 260) $r = 0.844$. A negative relationship was observed in later ripening lines OP32A (FAO 320) and AB30B (FAO 320): $r = -0.864$ and $r = -0.835$.

The photosynthetic potential of corn crops increased with the lengthening of the vegetation period and showed the maximum indicators in the medium-ripening line AB30B (FAO 320) at a seeding density of 100 thousand plants / ha - 3521.5 thousand m²*day. The maximum photosynthetic potential of crops of corn lines of all FAO groups was observed when crops were thickened up to 100 thousand plants / ha - from 2086.4 thousand m²*days (line OP26A) to 3021.5 thousand m²*days (line AB30B), which directly is related to the duration of vegetation of parental components.

The correlation coefficient between the photosynthetic potential and seed yield showed a positive relationship in more precocious lines: in line OP26A (FAO 240) $r = 0.982$, in line AB20B (FAO 260) $r = 0.633$, in line OP28A (FAO 260) $r = 0.712$, in later ripening lines OP32A (FAO 320) and AB30B (FAO 320) a negative relationship was observed: $r = -0.834$ and $r = -0.844$, respectively.

The maximum area of the assimilation surface of one plant was recorded for all hybrids at plant density of 70,000 plants. / ha. According to the comparative evaluation of the hybrids, it was found that according to the "area of the assimilation surface" indicator, the Zedan 32 hybrid showed consistently higher values among the hybrids, the area of the assimilation surface of one plant, on average, ranged from 0.461 for a density of 100 thousand plants/ha to 0.498, m² /plant for a density of 70 thousand plants. / ha.

In our studies, the leaf index ranged from 2.89 to 4.61, the greatest influence on the leaf index was exerted by the density of hybrids. Thus, the amplitude of the fluctuation of the leaf index in the Zedan 26 hybrid was 0.86 (for changes in the sowing density from 70 to 100 thousand plants/ha), in the Zedan 28 hybrid the amplitude was 0.97, in the Zedan 32 hybrid - 1.13. The amplitude of variation of the leaf index in hybrids at a density of 70 thousand plants/ha was 0.59, and at a density of 100 thousand plants/ha it was the maximum value - 0.86.

The leaf index gradually increased in all hybrids from a density of 70,000 plants/ha to 100,000 plants/ha. The leaf index reached the highest values in the Zedan 32 hybrid, and the lowest values in the Zedan 26 hybrid.

In our research, the photosynthetic potential of corn hybrids increased with the length of the growing season and showed the maximum values in the mid-ripening hybrid Zedan 32 - an average of 2111.6 thousand m²*day. The greatest photosynthetic potential of corn hybrid crops of all FAO groups was found when the cenosis was thickened to 100,000 plants/ha - from 1,873.9 thousand m²*days in the Zedan 26 hybrid to 2,304.9 thousand m²*days in the Zedan 32 hybrid.

It was found that among the parental components, the highest weight of 1000 seeds was observed in the medium-ripe line of Mixed genetic plasma AB30B (FAO 320) - on average 172.2 g. The lowest weight (138.6 g on average) was shown by the line of Mixed OR26A plasma (FAO 240). The highest weight of 1000 seeds (on average 187.1–192.2 g) was shown by medium-ripening lines OP32A and AB30B at a density of 70 thousand plants/ha. In general, all lines - parental components showed the maximum weight of 1000 grains at a density of 70 thousand plants / ha (on average 168.9 g), which can be considered optimal. An increase in the density of sowing to 80, 90, and 100,000 plants/ha caused a decrease in the indicators of the investigated trait.

For the maximum manifestation of the "weight of 1000 seeds" trait, the density of 70,000 plants/ha was optimal. At a density of 100,000 plants/ha, all lines of different FAO groups showed minimal manifestation of the trait.

It was proved that the mid-early lines OP26A (FAO 240), AB20B (FAO 260), OP28A (FAO 260) showed a negative relationship between productivity and weight of 1000 seeds: $r = -0.967$, -0.721 and -0.687 . These lines have low genotypic indicators of grain size, therefore, increasing the mass of 1000 grains by agrotechnical measures due to the thinning of sowing leads to a sharp decrease in seed yield. Medium-ripe lines AB30B (FAO 320), OP32A (FAO 320) showed a close positive correlation between the weight of 1000 seeds and seed yield: $r = 0.859$ and 0.822 , respectively.

It was studied that parental components reacted differently to the density of plants, the optimal feeding area should be set individually for each genotype. The highest seed yield - 4.46 t/ha was formed in the AB30B line (FAO 320), which is due to the increased duration of the vegetation period and optimized technology.

It was established that, on average, over the years, the highest seed yield of 4.46 t/ha was in the mid-ripening line AB30B (FAO 320), which is the parent form of the Zedan 32 (FAO 320) hybrid, Mixed plasma, at a density of 80,000 plants/ha.

At a density of 90,000 plants/ha, the yield was 4.21 t/ha, with a density of crops up to 90,000 plants/ha, a decrease in productivity to 4.19 t/ha was observed.

The medium-ripe line OR32A (FAO 320), which is the parent form of the hybrid Zedan 32 (FAO 320), plasma Mixed, also showed the maximum yield at a density of 80,000 plants/ha, which was 4.42 t/ha. At a density of 100,000 plants/ha, the minimum yield was observed - 4.11 t/ha.

The mid-germination line OR28A (FAO 260) – the maternal form of the hybrid Zedan 28 (FAO 260), mixed plasma - showed the maximum yield at a plant density of 90,000 plants/ha (4.21 t/ha), the minimum at a density of 70,000 plants/ha. plants / ha (3.87 t/ha).

The mid-germination line AB20B (FAO 260), which is the parent form of the hybrids Zedan 26 (FAO 240) and Zedan 28 (FAO 260), plasma Mixed, showed the maximum yield at the level of 4.17 t/ha at a density of 90 thousand plants/ha, minimum 3.61 t/ha - for densities of 70,000 plants/ha.

The mid-emergence line OR26A (FAO 240) - the maternal form of the hybrid Zedan 26 (FAO 240), mixed plasma - showed the maximum yield at a plant density of 100,000 plants/ha (3.82 t/ha), the minimum at a density of 70,000 plants/ha. plants / ha (3.52 t/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 - in Zedan 28, 202.9 g - in Zedan 32. Compared with the density of 100 thousand plants/ha, the mass of the cob was greater by 27.6 - 69.1 g.

It has been proven that the number of grains in a row of corn hybrids was (average value) 38.9 grains in the Zedan 26 hybrid, 41.9 grains in the Zedan 28 hybrid, and 44.9 grains 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 attribute "cob length" on average 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 minimum value was shown by hybrids density of 100 thousand plants/ha from 16.8 to 18.4 cm.

The length of the seeded cob varies between 15.9 and 18.9 cm: the smallest seeded cob length in the Zedan 26 hybrid is 15.9 cm, the largest seeded cob length in the Zedan 32 hybrid is 18.9 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.

The maximum indicators of grain weight 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 - in Zedan 28, 202.9 g - in Zedan 32. Comparing with a density of 100,000 plants/ha, the weight of the cob was greater by 27.6 - 69.1 g.

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.

The mid-early hybrid Zedan 26 (FAO 240) showed the maximum grain yield of 12.92 t/ha at a census density of 90,000 plants/ha. A decrease in plant stand density to 80,000 plants/ha led to a drop in grain yield by 0.98 t/ha, or 7.8%, further thinning to 70,000 plants/ha led to a decrease in grain yield by 2.17 t/ha, or 17.1%. Thickening of sowing to 100,000 plants / ha caused a decrease in yield by 0.40 t/ha, or 3.2%.

The hybrid of the mid-early group Zedan 28 (FAO 260) showed the highest grain yield of 13.54 t/ha at a plant density of 90,000 plants/ha. A decrease in the density of the census to 80,000 plants/ha led to a decrease in yield by 1.22 t/ha, or

8.9%, thinning of the census to 70,000 plants/ha caused a drop in the grain yield by 1.71 t/ha, or 12.6%, at the same time, densification of the census to 100,000 plants/ha led to a decrease in yield by 0.60 t/ha, or 4.5%.

The hybrid of the mid-ripening group Zedan 32 (FAO 320) showed the maximum grain yield of 15.24 t/ha (the highest indicator in the experiment among other genotypes) at a density of 80,000 plants/ha. A further decrease in plant stand density to 70,000 plants/ha caused a drop in yield by 1.10 t/ha, or 7.3%, an increase in the density of census to 90,000 plants/ha affected a decrease in corn grain yield by 0.61 t/ha, or 3.9%, and the thickening of sowing to 100,000 plants / ha caused a sharp decrease in yield by 1.91 t/ha, or 12.5%.

It has been proven that the most profitable and least expensive agricultural measure was such a factor as plant density. By increasing the seed yield of corn lines and reducing technological costs, the net profit can be 90.08 – 117.63 thousand hryvnias per hectare.

The parent component AV30B had the highest conditionally net profit and profitability at a density of 80 thousand plants/ha - 118.88 thousand UAH/ha and 255%, respectively. In the parent component OP26A, the highest conditionally net profit and profitability was recorded at a plant density of 100 thousand plants/ha - 99.54 thousand UAH/ha and 232%, respectively. The highest conditionally net profit and profitability in the AB20B line was at a plant density of 90 thousand plants/ha - 110.32 thousand UAH/ha and 249%, respectively. In the OP28A line, the highest conditionally net profit and profitability were at the plant density of 90 thousand plants/ha - 111.53 thousand UAH/ha and 251%, respectively. The highest conditionally net profit and profitability in the OP32A line were at a plant density of 80 thousand plants/ha – 117.63 thousand UAH/ha and 252%, respectively.

It has been established that the medium-ripening hybrid Zedan 32 has a density of 80,000 plants/ha. the lowest cost of production was 1.29 thousand UAH/t, the maximum value of conditional net profit (41.26 thousand UAH/ha) and the indicator of the level of profitability was the maximum - 209%.

Based on the results of the research, recommendations for breeding practice and production are proposed, namely:

- to create new hybrids of grain corn, the parent lines of corn hybrids were used, which combine high combining ability in terms of yield with a set of valuable selection traits: OP26A (FAO 240), AB20Б (FAO 260), OP28A (FAO 260), OP32A (FAO 320), AB30B (FAO 320).

- in order to ensure agro-industry with high-quality raw materials, in the production of corn hybrids Zedan 26 (FAO 240), Zedan 28 (FAO 260), Zedan 32 (FAO 320), entered in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine in 2023.

Key words: maize, line - parental component, maize hybrid, stand density, coenosis density, biometric indicators, productivity, weight of 1000 seeds, cob structure, seed, grain.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, у яких опубліковані основні результати дисертації

Наукова праця, які цитуються у наукометричних базах даних

Scopus:

1. Marchenko T., **Skakun V.**, Lavrynenko Y., Zavalnyuk O., Skakun Y. Biometric indicators and yield of corn hybrids depending on elements of agrotechnology. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 11. P. 90-99. <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.90>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

Статті у наукових фахових виданнях України

2. **Скакун В. М.**, Марченко Т. Ю. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології. *Аграрні інновації*. 2022. №16. С.135-142. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.21>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

3. **Скакун В. М.**, Марченко Т. Ю. Реакція генотипів ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи на різну щільність ценозу. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С.105–113. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.15>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

4. **Скакун В. М.**, Марченко Т. Ю., Завальнюк О. І. Особливості фотосинтетичної діяльності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від елементів технології та економічна ефективність їх застосування. *Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць*. 2023. Вип. 79. С.75–82. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.10>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

5. **Скакун В. М.**, Марченко Т. Ю., Завальнюк О. І. Економічна оцінка вирощування ліній батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних

груп ФАО в умовах Центрального Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С.100–105. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.16>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

6. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Скакун В. М. Удосконалення елементів агротехніки вирощування нових гібридів кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2023. Том. 101. № 11. С. 5–11. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202311-01>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

7. Скакун Вадим, Марченко Тетяна. Маса 1000 насінин лінії – батьківських компонентів кукурудзи залежно від густоти рослин. *Аграрна наука Західного Полісся. Інноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, 20 червня 2023 р. м. Рівне, Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН* С. 55–57.

8. Марченко Т. Ю., Скакун В. М., Лавриненко Ю. О. Біометричні показники ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи. *Інновації у сучасному агропромисловому виробництві* : збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., 21–22 вересня 2023 р. м. Одеса, Національна академія аграрних наук України, Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСГ НААН, Одеський державний аграрний університет. С.63–66.

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації

9. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221030. Кукурудза звичайна – гібрид Зедан 26 / Скакун В. М., Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21009008 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені

«Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.131 /
Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buletен/2022/В_6_2022.pdf.

10. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221029.
Кукурудза звичайна – гібрид Зедан 28 / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова
Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21009007 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені
«Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.133 /
Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buletен/2022/В_6_2022.pdf.

11. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221028.
Кукурудза звичайна – гібрид Зедан 32 / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова
Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21009006 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені
«Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.135 /
Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buletен/2022/В_6_2022.pdf.

12. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221054.
Кукурудза звичайна – батьківський компонент АВ20Б / **Скакун В. М.**, Скакун
О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909011 від 14.01.2021. Опубл.
в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6.
С.263 / Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buletен/2022/В_6_2022.pdf

13. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221053.
Кукурудза звичайна – батьківський компонент АВ30Б / **Скакун В. М.**, Скакун
О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909010 від 14.01.2021. Опубл.
в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6.
С.264 / Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buletен/2022/В_6_2022.pdf

14. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221052.
Кукурудза звичайна – батьківський компонент ОР26А / **Скакун В. М.**, Скакун

О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909009 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.324 / Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

15. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221055. Кукурудза звичайна – батьківський компонент ОР28А / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909012 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.325 / Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

16. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221051. Кукурудза звичайна – батьківський компонент ОР32А / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909008 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.326/ Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

ЗМІСТ

ВСТУП	28
РОЗДІЛ 1 ПРАКТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛІНІЙ-БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ.....	34
(огляд літератури).....	34
1.1 Лінії – батьківські компоненти, як основа селекції гібридів кукурудзі.....	35
1.2 Густота рослин – важливий фактор в сучасних технологіях вирощування ліній-батьківських компонентів та гібридів кукурудзи.....	44
Висновки до розділу 1	54
Список використаних джерел у розділі 1:	54
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	69
2.1 Агрохімічна характеристика ґрунту дослідного поля	69
2.2 Кліматичні та метеорологічні умови в роки проведення досліджень	70
2.3 Вихідний матеріал, схеми дослідів та методика проведення досліджень.	76
2.4 Агротехніка в досліді з випробування гібридів кукурудзи різних груп ФАО.....	80
2.5 Характеристика досліджуваних ліній-батьківських компонентів та гібридів кукурудзи.....	81
Висновки до розділу 2	84
Список використаних джерел у розділі 2:	85
РОЗДІЛ 3 БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЛІНІЙ-БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ.....	87
3.1 Біометричні показники ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи	88
3.2 Біометричні показники гібридів кукурудзи.....	94
3.3 Індекс співвідношення висоти прикріплення верхнього качана та висоти рослин у ліній-батьківських компонентів та гібридів кукурудзи.....	100

Висновки до розділу 3	106
Список використаних джерел у розділі 3:	108
РОЗДІЛ 4. ОСОБЛИВОСТІ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛІНІЙ – БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ	110
4.1 Фотосинтетичні показники ліній – батьківських компонентів інноваційних гібридів кукурудзи.....	110
4.2 Фотосинтетичні показники інноваційних гібридів кукурудзи різних груп ФАО.....	117
Висновки до розділу 4	128
Список використаних джерел у розділі 4:	130
РОЗДІЛ 5 ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЛІНІЙ-БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ТА НОВОСТВОРЕНИХ ГІБРИДІВ РІЗНИХ ГРУП ФАО	133
5.1 Вплив густоти рослин на формування врожайності насіння ліній– батьківських компонентів гібридів кукурудзи	133
5.2 Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології	138
Висновки до розділу 5	147
Список використаних джерел у розділі 5:	148
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ЛІНІЙ БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП ФАО В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ.....	150
Висновки до розділу 6	156
Список використаних джерел у розділі 6:	157
ВИСНОВКИ.....	159
РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА.....	164
ДОДАТКИ.....	167

ВСТУП

В успішному вирішенні завдання сталого зерновиробництва в аграрному секторі України провідну роль надається зерновій кукурудзі (*Zea mays* L.) – найбільш урожайній культурі серед зернових. Її продукція (зерно та біомаса) широко використовується для різних потреб – продовольчих, енергетичних, технічних і кормових. За останні десятиліття урожайність сухого зерна кукурудзи в Україні зросла утричі і нині складає понад 7,0 т/га. Зростають і валові збори зерна, що на сьогодні перевищують 30 млн тонн. Україна увійшла до складу основних потужних світових виробників та експортерів зерна кукурудзи. Стрімкі темпи зростання урожайності та валових зборів зерна кукурудзи відбулися завдяки селекційним здобуткам та застосуванню науково обґрунтованих технологій вирощування культури.

Актуальність теми. Виробництво зерна кукурудзи в Україні стало пріоритетною галуззю аграрного сектора. В останні роки загальні площі посівів кукурудзи в Україні значно зросли і є велика зацікавленість виробництва у використанні новітніх інноваційних гібридів, що може забезпечити отримання гарантованої урожайності зерна. Особливої актуальності цей напрям набуває у зв'язку з тенденціями до змін клімату у напрямку посушливості. В той же час, ведеться розробка нових інноваційних технологій вирощування, що призначені для скорочення витрат та підвищення рентабельності виробництва кукурудзи. Але ці ефективні заходи не завжди дають очікувані результати (а іноді і втрати) тому, що не враховуються особливості нових гібридів, їх генотип – середовищна реакція на умови вирощування.

Для збільшення виробництва інноваційних гібридів кукурудзи велике значення мають лінії – батьківські компоненти, що застосовуються на ділянках гібридизації, тому вивчення впливу елементів агротехніки на продуктивність інбредних ліній має велике значення для забезпечення виробництва високоякісним гібридним насінням. Для прискореного впровадження нових інноваційних гібридів важливим елементом

є забезпечення насінням ліній – батьківських компонентів насіннєвих господарств достатньою кількістю інбредних ліній для закладання ділянок гібридизації.

Тому, дослідження з елементів технології вирощування ліній-батьківських компонентів та гібридів кукурудзи інтенсивного типу для конкретних агроекологічних умов є актуальним напрямом досліджень, що висвітлені у представленій дисертації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою частиною наукових досліджень відділу селекції сільськогосподарських культур Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, що входили до тематичного плану установи згідно завдань:

14.01.00.06.Ф «Теоретичні основи створення гібридів кукурудзи інтенсивного типу для умов зрошення» (номер державної реєстрації 0116U001102) за ПНД НААН 14 «Розробити агроекологічний комплекс підвищення продуктивності зернових культур на основі новітніх досягнень у селекції та ресурсо-адаптованих моделей технологій для різних сільськогосподарських зон» («Технології вирощування зернових культур. Селекція кукурудзи і сорго»). Підпрограма 01 Наукові основи створення вихідного матеріалу та високопродуктивних гібридів кукурудзи і сорго з високими адаптивними характеристиками («Селекція і насінництво кукурудзи і сорго»)

14.02.00.15.П «Удосконалити елементи технології вирощування нових гібридів кукурудзи інтенсивного типу та їх батьківських форм за краплинного зрошення» (номер державної реєстрації 0119U000026) за ПНД НААН 14 «Розробити агроекологічний комплекс підвищення продуктивності зернових культур на основі новітніх досягнень у селекції та ресурсо-адаптованих моделей технологій для різних сільськогосподарських зон» («Технології вирощування зернових культур. Селекція кукурудзи і сорго»). Підпрограма 2. «Розробити теоретичні основи зональної адаптації сортових біоресурсів кукурудзи та сорго, а також засоби інноваційно-технологічного регулювання,

які забезпечать максимальну реалізацію генетичного потенціалу культур» («Технологія вирощування кукурудзи і сорго»)

Мета й завдання досліджень. Мета досліджень полягала у встановленні насінневої продуктивності різних ліній-батьківських компонентів та урожайності зерна інноваційних гібридів кукурудзи української селекції різних груп ФАО залежно від густоти стояння рослин в Центральному Лісостепу України. Дослідження включали такі завдання:

- визначити вплив досліджуваних чинників на біометричні показники: висоту рослин, висоту прикріплення першого (продуктивного) качана та встановити вплив цих показників на урожайність насіння інбредних ліній та гібридів кукурудзи;
- встановити вплив густоти стояння на площу асиміляційної поверхні та фотосинтетичний потенціал ліній - батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО та встановити кореляцію цих ознак з урожайністю зерна гібридів кукурудзи та урожайність насіння інбредних ліній;
- встановити рівень урожайності насіння ліній-батьківських компонентів та зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від досліджуваних агрозаходів;
- дослідити вплив досліджуваних факторів на показники економічної ефективності вирощування насіння ліній-батьківських компонентів та зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах Центрального Лісостепу України.

Об'єкт досліджень: процеси росту, розвитку рослин та формування врожаю насіння ліній - батьківських компонентів та зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО.

Предмет дослідження: лінії – батьківські компоненти новостворених гібридів кукурудзи, гібриди кукурудзи різних груп ФАО; насіннева та зернова продуктивність; елементи технології вирощування ліній та гібридів кукурудзи;

економічні показники вирощування досліджуваної культури в умовах Центрального Лісостепу України.

Методи дослідження. Основними методами досліджень були: польові й лабораторні досліді. Використані наукові методи – гіпотеза, діалектичний, синтезу, аналізу, індукції, математичної статистики. Крім того, для реалізації програми досліджень були використані наступні методи: польовий короткотривалий багатофакторний дослід – для визначення біометричних показників і вимірів, встановлення рівнів урожаю культури; лабораторний – аналіз структури; розрахунковий – оцінка економічної ефективності вирощування ліній-батьківських компонентів та гібридів кукурудзи залежно від досліджуваних елементів технології; статистичний – проведення дисперсійного аналізу та статистичного обробітку результатів досліджень; програмування – для побудови математичних моделей отримання програмованого врожаю насіння ліній – батьківських компонентів та зерна гібридів кукурудзи.

Наукова новизна одержаних результатів. Полягає у вирішенні важливого наукового завдання щодо дослідження впливу елементів технології на насінневу продуктивність ліній – батьківських компонентів та зернову продуктивність гібридів кукурудзи української селекції різних груп ФАО в умовах Центрального Лісостепу України. *Уперше встановлено:*

- вплив щільності посіву на ріст, розвиток та формування біометричних показників рослин новостворених ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО, встановлено вплив біометричних показників інбредних ліній та гібридів на урожайність насіння та зерна;

- фотосинтетичні показники (площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал) залежно від елементів технології вирощування рослин ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи встановлено вплив цих показників на продуктивність інбредних ліній та гібридів кукурудзи;

- вплив щільності посіву на формування показників структури врожайності ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи, визначено вплив структурних показників на урожайність насіння ліній та зерна гібридів;

- вплив технологічних заходів на економічну ефективність вирощування ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи за різних елементів технології.

Набуло подальшого розвитку: технологія вирощування ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах Центрального Лісостепу України.

Практичне значення одержаних результатів. Визначено вітчизняні лінії–батьківські компоненти та гібриди кукурудзи різних груп ФАО з підвищеним урожайним та адаптивним потенціалом для умов Центрального Лісостепу України.

Рекомендовано оптимальну щільність посіву лінії – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО, що гарантовано забезпечить максимальний урожай насіння та зерна.

Отримані результати досліджень перевірені в умовах сільськогосподарського виробничого кооперативу «ПЕРЕМОГА» с. Клепачі, Хорольський р-н, Полтавська обл. на площі 40 га (Акт провадження).

Особистий внесок здобувача. Автором разом із науковим керівником розроблено схему польового дослідження та лабораторних досліджень. Самостійно здійснено аналітичний огляд вітчизняної та зарубіжної літератури за темою дисертаційного дослідження, закладено польові дослідження, проведено спостереження й аналізи, оброблено одержані експериментальні результати, проведено узагальнення отриманих даних, визначено економічну ефективність досліджуваних факторів. Основні положення дисертації розроблено й науково обґрунтовано безпосередньо автором. Авторство в спільно опублікованих

наукових роботах складає – 33–50 %, а в новостворених гібридах – 50–80 %, лініях-батьківських компонентах 50–80 %.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень та основні положення дисертації у 2019–2023 рр. доповідалися на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Аграрна наука Західного Полісся. Інноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості» (м. Рівне, 20 червня 2023 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Інновації у сучасному агропромисловому виробництві» (м. Одеса, 21–22 вересня 2023 р.), на засіданнях науково-методичної ради Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України.

Публікації. За результатами досліджень по темі дисертаційної роботи опубліковано 17 наукових праць, у тому числі одна стаття у журналі, який цитується у наукометричних базах даних Scopus, 5 статті у фахових виданнях України, 2 тези доповідей. Отримано вісім авторських свідоцтв на: гібриди кукурудзи Зедан 26, Зедан 28, Зедан 32; батьківські компоненти АВ20Б, АВ30Б, ОР26А, ОР28А, ОР32А.

РОЗДІЛ 1
ПРАКТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛІНІЇ-
БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ
(огляд літератури)

Експерти USDA (United States Department of Agriculture) підвищили прогноз світового виробництва кукурудзи в сезоні 2023/24 МР. Передбачення світового виробництва піднесено на 1,3 млн т – до максимальних показників 1222,1 млн т, наприклад для України – на 0,5 млн т – до 30,5 млн т. Оцінку світового використання підвищено на 0,3 млн т – до максимальних показників 1206,65 млн т. Експерти припускають, що це відбудеться на тлі активізації імпорту, викликаного зниженням цін. Прогноз світового експорту кукурудзи підвищено на 1,8 млн т до 201,5 млн т, зокрема для України на 1 млн т – до 21,0 млн т. Світовий імпорт виростає, за новим прогнозом, на 1,4 млн т – до 188,4 млн т, зокрема для ЄС – на 1,5 млн т – до максимальних 24 млн т на тлі скорочення виробництва та збільшення постачань з України. Оцінку світових кінцевих запасів кукурудзи на 2023/24 МР підвищено на 0,2 млн т до 315,2 млн т [1].

Україна має наміри і можливості зайняти почесне місце серед провідних розвинених країн світу за економічними показниками аграрного сектору, і вже заявила про себе, як про потужного виробника-експортера зерна. Стрімкі темпи росту виробництва кукурудзи обумовлені надзвичайно високою позитивною реакцією на генетичні зрушення та технологічні розробки. Селекціонерами України створені гібриди кукурудзи з певним рівнем адаптивності до конкретних агроекологічних зон та технологій. Впровадження гібридів нового покоління дало можливість підвищити урожайність зерна за останні десятиліття з 2,62 т/га до 7,80 т/га [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, 4].

Важлива роль у підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна належить правильному підбору гібридів для вирощування. Високопродуктивні гібриди виносять з ґрунту велику кількість поживних речовин, витрачають велику кількість води, тому такі гібриди вимагають відповідної агротехніки. Якщо такі умови відсутні, то потенційно більш продуктивний гібрид не тільки не дає збільшення, але й може поступитись за врожайністю іншому менш продуктивному, проте і менш вимогливому до вирощування гібриду. Отже потрібен диференційований підхід до селекції гібридів відповідної групи стиглості та призначення [5].

1.1 Лінії – батьківські компоненти, як основа селекції гібридів кукурудзі

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, 7].

На сьогодні актуальним є створення нових самозапиленних ліній кукурудзи. Самозапилена лінія – це група генетично абсолютно ідентичних гомозиготних особин, які є нащадками однієї рослини. Самозапилені лінії (інцухт-лінії, інбредні лінії) одержують в результаті примусового самозапилення рослин протягом 6–8 поколінь. В результаті вихідний матеріал переходить в гомозиготний стан, що є протиприродним для перехреснозапиленних рослин. Гомозиготні рослини відрізняються зниженою життєздатністю, ослабленим ростом, низькою врожайністю, слабкою кореневою системою. Насіння самозапиленних ліній у півтора-два рази довше лежить у ґрунті, доки сходи не з'являються на поверхні. Темпи вегетативного росту ліній істотно нижче, ніж у гібридів. Площа листового апарату менша в 3–5 разів [8].

Батьківськими компонентами гібридів кукурудзи виступає як сам гібрид першого покоління так і самозапиlena лінія. Перші самозапиленні лінії (СЗЛ) були виділені із сортів 'Рейд', 'Ланкастер', 'Міннесота', 'Лімінг', 'Фултон' та ін. На сучасному етапі розвитку генофонду інбредних ліній одержання цінних СЗЛ прямо з сортів є дуже проблематичним [9, 10].

На наступному етапі селекції кукурудзи були створені синтетичні популяції, що є гібридом, який складається з більш, ніж чотирьох ліній і наступне покоління якого вирощується шляхом масового добору. Основним вихідним матеріалом для створення СЗЛ є прості, трьохлінійні та інші гібриди кукурудзи [11].

В Україні на площі більшості регіонів вирощуються трьохлінійні (ТЛГ) та прості (ПГ) гібриди, а серед них – середньоранні ТЛГ, середньоранні ПГ, середньостиглі ПГ, середньопізні ПГ, середньостиглі ТЛГ. Останні групи займали незначне місце. Причини розповсюдження ТЛГ наступні: 1) вдале поєднання потенціалу продуктивності та собівартості насіння; 2) найбільш вигідний варіант одержання ранньостиглих та середньоранніх гібридів, лінії яких мають порівняно невисоку продуктивність. У Державному реєстрі сортів

рослин, придатних для поширення в Україні вони займають 64 %; 3) у тесткросній схемі прості гібриди часто виступають в якості тесторів [10, 11].

Волощук та ін. стверджують, що українські селекціонери створили низку нових гібридів кукурудзи, які пропонуються виробникам, але всі вони мають різні морфобіологічні особливості та характеристики, реакцію на сприятливі і несприятливі фактори середовища, для досягнення якої необхідний диференційований відбір гібриду з підвищеною врожайністю та якістю зерна [12].

Meseka S. та ін. засвідчують: для отримання стабільно високих врожаїв зерна кукурудзи необхідно вирощувати гібриди з різними видами реакції на зміни умов середовища, зокрема гібриди інтенсивного типу – для отримання високих врожаїв у нелімітованих умовах, гомеостатичні – для забезпечення гарантованого врожаю зерна на стресових фонах, середньопластичні – для отримання стабільних врожаїв зерна кукурудзи на полях з нестабільним агрофоном [13].

Для широкого впровадження у виробництво нових високопродуктивних гібридів кукурудзи необхідне стабільне виробництво насіння вихідних батьківських форм – самоzapильних ліній, які на сьогодні характеризуються порівняно низьким рівнем продуктивності та суттєво реагують на зміну умов вирощування. Батьківськими компонентами гетерозисних гібридів є чисті самоzapильні лінії, які різняться високою гомозиготністю. Оскільки кукурудза є перехресноzapильною культурою, примусове самоzapилення для неї супроводжується явищем інцухт - депресії, яке проявляється у комплексному зниженні біологічних показників, таких як ріст і розвиток, життєздатність й особливо насіннева продуктивність [14].

Проблемними питаннями під час інтродукції зразків з географічно віддалених регіонів є незбіг їх фотоперіодичної реакції, тривалості вегетаційного періоду, низька стійкість до стресових природних чинників, що спричинює загибель рослин або їх слабкий розвиток, а також розлад у

процесах метаболізму, що не дає можливості отримати повноцінне насіння в умовах України. Роль вихідного матеріалу особливо зростає в останні роки у зв'язку з підвищенням вимог виробництва до створюваних високопродуктивних, стійких до хвороб та шкідників гібридів кукурудзи. Розв'язання цих проблем може забезпечити безперервне поновлення генофонду колекції будь-якої країни [10].

У селекції на гетерозис добір батьківських пар для схрещування має вирішальне значення. Максимального ефекту гетерозису досягають тільки при гібридизації спеціально підібраних ліній. Ю. О. Лавриненко, Т.Ю. Марченко та ін. доводить, що одним із найбільш значних резервів збільшення виробництва зерна кукурудзи є створення й впровадження у виробництво високопродуктивних гібридів, що відрізняються стабільністю врожаю за змінних умов середовища, стійкістю до вилягання, хвороб та шкідників, інтенсивною віддачею вологи зерном, тобто повністю відповідають вимогам індустріальної технології вирощування й збирання. Для селекції гібридів такого типу необхідно мати генетично різноманітний матеріал – нові самозапилені лінії кукурудзи, пристосовані до ґрунтово-кліматичних особливостей регіону, і відповідну методику їх оцінювання та використання [15].

Основний шлях створення гібридів – це використання явища гетерозису. Вивчення рівня гетерозисного ефекту і характеру успадкування основних господарсько цінних ознак, корисних для селекції, дозволяє прогнозувати підбір батьківських пар для схрещувань і надає можливість отримати гібриди із заданими параметрами за продуктивністю, вегетаційним періодом, висотою рослин та іншими кількісними ознаками [16].

Запорука успіху гетерозисної селекції – створення, добір та оцінка нових самозапилених ліній. Генетична цінність ліній як компонентів схрещувань характеризується, насамперед, їх комбінаційною здатністю і донорськими властивостями [17].

Термін – комбінаційна здатність був введений G. Sprague та розподілений на загальну та специфічну [18]. М.В. Турбіним в досліджах на кукурудзі встановлено, що вибір тестера визначається конкретним завданням селекціонера [19]. Для визначення ЗКЗ слід використовувати тестери з широкою генетичною основою, а для СКЗ – з вузькою. На думку E. S. Horner та ін., при доборі форм з високою ЗКЗ ефективним є використання тестерів, віддалених за своїм походженням [20]. Г.С. Галеев вказував на доцільність використання в якості тестерів простих гібридів [21]. О.С. Макаруч, В.Л. Жемойда пропонували добирати тестери з неспоріднених гібридів, в родовід яких включено вихідні форми різного еколого-географічного походження [22]. Комбінаційна здатність, як вказує ряд авторів, залежить від умов року і місця випробування [23].

Вивченню комбінаційної здатності ліній кукурудзи та класифікації її за групами присвячені роботи П. П. Домашнева, Б. В. Дзюбецького, В.І. Костюченка; Л. В. Козубенко Л. В., І.А. Гур'євої. Комбінаційна здатність та генетичний потенціал тропічної зародкової плазми кукурудзи визначалась Montenegro та ін., San Vincente Felix [24–27].

Для створення сучасних гібридів потрібно мати різноманітний вихідний матеріал – самозапилені лінії, що мають властивості передавати гібридам цінні ознаки [28, 29]. Тобто, селекціонерам потрібні вдосконалені самозапилені лінії, в яких разом із господарськими ознаками були б підвищені адаптаційні властивості до екологічних умов зони. Нові лінії можна одержати з придатних місцевих і селекційних сортів, популяцій, ранньостиглих і середньоранніх гібридів світової та вітчизняної селекції, синтетичних популяцій. Про підвищену цікавість селекціонерів до місцевих сортів, як джерел цінних генів, свідчить низка повідомлень [10, 30].

Головним завданням сучасної селекції є створення адаптивних гібридів кукурудзи, здатних стабільно реалізовувати свій урожайний потенціал в різних умовах вирощування. Однією з передумов цього є їх

генетична структура. З ускладненням формули гібрида підвищується буферність генотипу при погіршенні умов вирощування. Така біологічна реакція ценозу дала змогу виділити окремий напрямок селекції сільськогосподарських культур, основне спрямування якого – підвищення гетерогенності агроценозу [31].

Серед вітчизняних гібридів, які використовуються у виробництві, найбільш поширеними є трьохлінійні комбінації та їх модифіковані форми. Так, в Інституті зернових культур НААН за останні п'ять років в конкурсному сортовипробуванні доля трьохлінійних та простих модифікованих гібридів складала в середньому 51,3 %, а в ранньостиглій групі сягала 87,8 %. Одна з головних причин розповсюдження трьохлінійного типу гібрида є вдале поєднання продуктивності та собівартості насіння [32].

Проте, за даними деяких дослідників, з ускладненням родоводу гібридів ймовірність одержання високопродуктивного гібрида зменшується [33, 34].

Вдалим поєднанням переваг простих гібридів та стабільного насінництва трьохлінійних є прості модифіковані гібриди. У генотиповому плані прості модифіковані гібриди відносяться до трьохлінійних чи подвійних міжлінійних гібридів, а за виявленням фенотипових ознак наближаються до простих [35]. Зернова продуктивність та екологічна стабільність таких генотипів, особливо в несприятливі роки, не поступається простим міжлінійним гібридам. Однак, стабільність гібридних комбінацій пояснюється не стільки їх популяційною буферністю, скільки генетичними особливостями вихідних батьківських форм та створених на їх основі гібридів [32].

Серед вітчизняних гібридів, які використовуються у виробництві, найбільш поширеними є трьохлінійні комбінації та їх модифіковані форми. Так, в Інституті зернового господарства УААН за останні п'ять років в конкурсному сортовипробуванні доля трьохлінійних та простих модифікованих гібридів складала в середньому 51,3 %, а в ранньостиглій групі

сягала 87,8 %. Одна з головних причин розповсюдження трьохлінійного типу гібрида є вдале поєднання продуктивності та собівартості насіння [36]. Прості гібриди в якості материнської форми на ділянках гібридизації є більш стабільними і урожайними в порівнянні з самозапиленими лініями [37, 38]. Проте, за даними деяких дослідників, з ускладненням родоходу гібридів ймовірність одержання високопродуктивного гібрида зменшується [39].

В Україні створенням та впровадженням у виробництво нових високотехнологічних гібридів кукурудзи інтенсивного типу для умов зрошення займається єдина науково – дослідна установа – Інститут зрошуваного землеробства НААН. В південному Степу України, в умовах зрошення, є всі можливості для гарантованого отримання високих врожаїв зерна кукурудзи. В останні роки загальні площі посівів кукурудзи значно зросли і є велика зацікавленість виробництва у їх розширенні на зрошуваних землях, що може забезпечити гарантовану урожайність зерна. В той же час, ведеться розробка нових технологій, впроваджується новітня техніка, які призначені для скорочення витрат та підвищення рентабельності виробництва кукурудзи. Але ці ефективні заходи дають незначні результати (а іноді і втрати) тому, що не враховуються особливості нових гібридів, їх генотип-середовищна реакція на умови вирощування. В Україні занесено до Державного реєстру сортів рослин понад 1000 гібридів кукурудзи, які по-різному реагують на ґрунтово-кліматичні умови, мають генетично обумовлений потенціал продуктивності та генетично запрограмовану “віддачу” на додаткові вкладення в вигляді добрив, засобів захисту, зрошувальної води [40].

Фундаментальним напрямом підвищення врожайності кукурудзи є впровадження гібридів інтенсивного типу з низькою збиральною вологістю зерна. Важлива роль у підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна належить правильному підбору гібридів для вирощування. Не всі гібриди однаково проявляють себе в конкретних агроєкологічних умовах, тому і реалізація потенційної продуктивності гібридів йде по-різному.

Високопродуктивні гібриди виносять з ґрунту велику кількість поживних речовин та води, тому вимагають відповідної агротехніки. Якщо такі умови відсутні, то потенційно більш продуктивний гібрид не тільки не дає збільшення, але й може поступитись за врожайністю іншому менш продуктивному, проте і менш вимогливому до вирощування гібрида. Отже потрібен диференційований підхід до селекції гібридів відповідної групи стиглості та призначення. Для підвищення рівня реалізації врожайного потенціалу сучасних гібридів, захисту посівів від різних негативних абіотичних і біотичних факторів довкілля, крім агротехнічних заходів (сівозміни, обробіток ґрунту, строки сівби, засоби захисту рослин, тощо), важливе значення має розробка морфо-фізіологічної та гетерозисної моделі та селекція гібридів на цій основі зі специфічною адаптивністю до агроecологічних факторів. Прискореному отриманню нових сортів та гібридів, які характеризуються високими та сталими врожайами з поліпшеними показниками якості зерна сприяє дотримання конкретної моделі сільськогосподарської культури в процесі створення та добору відповідних генотипів [41–44].

Лінії більш вимогливі до умов вирощування, відрізняються підвищеною чутливістю до впливу несприятливих чинників і завжди вимагають до себе підвищеної уваги. Багато залежить від індивідуальних особливостей лінії, тому необхідно враховувати технологічні рекомендації з вирощування ділянок гібридизації та біологічні характеристики батьківських форм. Генотипові особливості лінії впливають на фенотиповий прояв ознак, тому потрібно враховувати біологічні особливості батьківських компонентів і технологічні рекомендації з вирощування ділянок гібридизації. З огляду на це актуального значення набувають наукові розробки з оптимізації технологічних способів вирощування насіння ліній кукурудзи — батьківських компонентів перспективних гібридів. Сучасні батьківські компоненти кукурудзи, що

створені для умов зрошення, потрібно надавати виробництву з певними параметрами технологічних вимог [45]

Однією з ключових агрокультур в Україні є кукурудза, тому важливо, щоб її гібриди відповідали високим стандартам і були конкурентоспроможними за рівнем і якістю продукції. Це потребує правильного підбору батьківських компонентів та забезпечення оптимальних умов вирощування для розкриття генетичного потенціалу продуктивності [46].

Селекція кукурудзи на підвищення врожайності зумовила створення гібридів інтенсивного типу з високою потенційною продуктивністю, але призвела до суттєвих коливань її за роками, особливо в несприятливих для вирощування культури зонах. Формування елементів продуктивності визначають більш пластичні ознаки (довжина качана, кількість зерен у ряді), тоді як консервативні (кількість рядів зерен і маса 1000 зерен) гарантують стабільність отримання певного рівня врожайності, саме тому в селекції кукурудзи на стабільно високу врожайність необхідно наблизитись до максимального прояву кожного з елементів структури врожаю. Одним із важливих елементів продуктивності рослин кукурудзи, що впливає на формування врожайності та посівних якостей насіння, є «маса 1000 зерен». Вивчення прояву цієї ознаки та зв'язків з іншими ознаками у ліній має важливе практичне значення для насінництва і визначення пріоритетних параметрів добору при селекції нового покоління високоврожайних біотипів для конкретних агроекологічних зон вирощування [47].

Урожайність зерна – це інтегральний показник, який відображає загальну стійкість до негативного впливу абіотичних, біотичних і антропогенних чинників. Значний розрив між потенційною та фактичною урожайністю зерна зумовлює необхідність інтенсифікації подальшого розвитку теорії та практики селекційного процесу на адаптивність й більш повну оцінку вихідного матеріалу і тесткросів, одержаних на їхній основі в різних екологічних умовах і за різного технологічного забезпечення [48].

Стабільність врожайності зерна – найважливіша ознака ліній та гібридів в мінливих кліматичних умовах [49], тому селекціонери намагаються створювати форми, які значно адаптовані до конкретних умов вирощування [50].

Дзюбецький Б. В. та Абельмасов О. В. встановили значну варіабельність основних цінних господарських ознак у тесткросів константних ліній плазми Айодент у роки з різним рівнем вологозабезпечення. У тесткросів під впливом погодних умов суттєво змінювались такі показники, як урожайність зерна ($V = 11,72\%$) та висота прикріплення качана ($V = 10,77\%$), при цьому найстабільнішим із них є кількість рядів зерен [51].

1.2 Густота рослин – важливий фактор в сучасних технологіях вирощування ліній-батьківських компонентів та гібридів кукурудзи

Кукурудза одна з найбільш цінних за кормовими та урожайними властивостями сільськогосподарських культур і відіграє головну роль у світовому виробництві зерна. За своїм біологічним потенціалом, рівнем продуктивності і якісними показниками продукції вона немає собі рівних серед інших зернових культур. Основною умовою одержання високих і стабільних урожаїв, нарощування валового виробництва товарного та фуражного зерна кукурудзи у регіоні за теперішньої ситуації є розробка нових та удосконалення й уточнення існуючих технологічних елементів вирощування цієї культури. Гібриди кукурудзи різної стиглості являють собою різноманітні екологічні біотиби, рослини яких відзначаються різними темпами росту і розвитку, варіабельністю морфологічних ознак, тривалістю й інтенсивністю фотосинтетичної діяльності, розвитком кореневої системи та іншими властивостями, але при цьому певну роль відіграють і технологічні заходи, зокрема строки посіву, густоти рослин [52].

Практичні дослідження показують, що удосконалення сортової агротехніки кукурудзи є актуальним напрямом в сучасних умовах господарювання. Це пов'язано з швидкими темпами зміни кількісного і якісного складу гібридів на території України [53].

На даний час до Реєстру сортів рослин України занесено гібриди нового покоління та їх батьківські форми, що відрізняються не тільки коротким вегетаційним періодом, але й різною адаптивністю до умов вирощування (густота стояння рослин на гектарі), що забезпечує різний рівень потенційної урожайності. Тому, удосконалення технології вирощування кукурудзи фактично спрямовується на задоволення потреб рослин і сприяє розкриттю потенційних можливостей гібридів [54].

Листя є основними фотосинтетичними органами більшості рослин [55]. Варіації в ініціації листя та подальшому рості призводять до різних форм і розмірів листя [56]. Форма, анатомія, орієнтація та багато інших функціональних ознак листя визначають ріст рослин, а також транспорт і поглинання поживних речовин [57, 58], тому дослідниками такий морфологічний індекс, як площа листя, використовувався для вимірювання фізіологічного стану рослин, що ростуть у різних середовищах [59]. Площа листя може бути одним із найважливіших показників, пов'язаних із ростом і розвитком рослин у різних середовищах [60], оскільки він може забезпечити прямий зв'язок із фотосинтетичною здатністю та з рівнем урожайності [61].

Для оптимізації продукційного процесу та формування максимально можливого врожаю кукурудзи важливу роль відіграє розмір листового апарату рослин, який акумулює сонячну радіацію у процесі фотосинтезу та забезпечує синтез органічних речовин [62], адже встановлено, що втрата рослинами 25% листків на всіх стадіях розвитку, окрім періоду «викидання волоті – молочна стиглість», призводить до зменшення врожайності зерна на 10% [63].

Продукти фотосинтезу, які забезпечують врожайність кукурудзи, виробляються здебільшого п'ятьма або шістьма листками біля і над качаном

[64], але ці листки значною мірою затінені при високій густоті рослин, що призводить до зниження продуктивності. Видалення двох верхніх листків за високої їх щільності було ефективним способом підвищення врожайності кукурудзи в результаті збільшення кількості зерен в качані та збільшення кількості качанів на одиниці площі [65].

Разом з тим, дослідник Паламарчук В. Д. спостерігали, що збільшення площі листової поверхні не завжди є позитивним, оскільки у разі загущення ценозу проходить затінення нижніх листків рослини верхніми що призводить до погіршення освітленості масиву та зменшується інтенсивність фотосинтезу всього посіву [66].

Дослідники Cairns J. E., Prasanna V. M.; Chen K. та інші доказали якою складною задачею є точна та вчасна ідентифікація адаптованих форм кукурудзи для різних екоградієнтів культивування. Перевіреною методом оцінки адаптивних форм є довготривалі екологічні дослідження, адже контрастність умов за роками настільки колосальна, що в багатьох випадках вплив погодних умов на врожай сильніший, ніж дія зональних кліматичних розбіжностей [67, 68].

Але, довготривалі дослідження вчених Zhao et al. свідчать про те, що більш надійним є шлях випробування в екологічному градієнті, сформованому за допомогою агротехнічних заходів. Так, випробування матеріалу на незрошуваних умовах вирощування, за різних режимах та типах зрошення і за різної густоти стояння рослин, забезпечує досить різноманітні екологічні фони, що дає можливість практично повністю визначити діапазон можливого впливу агрокліматичних умов регіону на ріст і розвиток рослин [69].

Для отримання сталих і високих урожаїв будь-якої агрокультури, стверджують (Anjum et al., (2017), Hussain et al., (2019), зокрема і кукурудзи, потрібне детальне дослідження агрокліматичних умов її культивування на певній території з метою більш раціонального використання цих умов і

найбільш оптимального розміщення посівів. Особливого значення набуває рішення цього питання у зв'язку зі змінами клімату [70, 71].

Irmak S., Djaman K. проведені дослідження з вивченням впливу густоти рослин на ріст і розвиток кукурудзи різних форм стиглості, які показали, що зростання щільності ценозу знижує продуктивність рослини, незалежно від морфологічних особливостей гібридів кукурудзи. Ранньостиглі гібриди у фазі викидання волоті зі збільшенням щільності ценозу з 60 до 100 тис. рослин / га підвищували висоту стебла на 11–17 см. При цьому діаметр стебла зменшувався на 0,2 см, площа листової поверхні також зменшувалась [72].

Mastrodomenico A. T. et al. навпаки, наполягають, що при загущенні ценозу, особливо у сприятливих за кількістю опадів роки, хоча і зменшується продуктивність однієї рослини, але значно виростає кількість продуктивних рослин на одиницю площі, що й зумовлює зростання врожаю для гібридів всіх груп ФАО. В зріджених посівах, незважаючи на спроможність отримання високої продуктивності однієї рослини, не маючи достатньої щільності ценозу на одиницю площі, не відбувається зростання врожайності всього масиву [73].

Аналіз отриманих результатів Багатченко В. В. та інші свідчить про тісний зв'язок між щільністю ценозу і вологістю зерна. Доказано, що за збільшення густоти стояння рослин вологість зерна кукурудзи закономірно зростає. Максимально сухим зерно виявилось за густоти стояння у простих гібридів 75 тис. рослин / га та у самозапилених ліній 85 тис. рослин / га, а найбільш вологим – за густоти стояння 95 і 105 тис. рослин / га відповідно. Серед ліній – батьківських компонентів максимальний вихід зерна з качана мали ранньостиглі лінії з густотою стояння 85 тис. рослин / га (82,8%). У середньоранньої і середньостиглої лінії максимальний вихід зерна отримали з щільності посіву 105 тис. рослин / га, що вихід зерна складав – 82,8 і 76,6 % відповідно [74].

За даними урожайності, отриманими Г. П. Жемела та інші оптимальна щільність рослин гібридів кукурудзи для ранньостиглих гібридів є – 75 тис.

рослин / га, середньоранніх гібридів – 70 тис. рослин / га та у середньостиглих гібридів оптимальна густина стояння рослин є 65 тис. рослин / га [75].

У комплексі агротехнічних заходів вирощуванні кукурудзи, від яких залежить урожай та його якість, важливе місце посідає густина стояння рослин. Вагомий урожай можливо отримати за рахунок високої індивідуальної продуктивності та гранично допустимої щільності стеблостою в конкретній зоні вирощування [76].

Оптимальна густина рослин є важливим фактором для одержання високих урожаїв кукурудзи [77]. Існує різноманітність реакцій генотипів кукурудзи на загушення і можливість відбору форм, що не знижують врожайність зі збільшенням густоти стояння до певної межі, тому дослідні установи випробовували окремі лінії і гібриди за різної густоти [78].

Дослідники сподіваються, що загушення 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 загушення дозволить розірвати взаємозв'язок між індивідуальною продуктивністю та пізньостиглістю [79].

Селекція на стійкість до загушення 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 [80, 81].

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 досліду. Аналізуючи праці інших вчених ми визначили що для кукурудзи

важливими є питання визначення довжини качана, довжина качана озерна, маса зерна з качана та кількості зерен у ряді качана [82, 83].

На початку росту й розвитку, коли кукурудза формує слабо розвинену кореневу систему та листову поверхню, рослини не реагують на загущення. Однак з поступовим розвитком настає момент, коли ріст одних рослин починає ускладнювати онтогенетичні процеси інших, що призводить до посилення конкуренції в агроценозі, зниження життєздатності й продуктивності рослин [84].

Рослини кукурудзи, як і інші однорічні ботанічні таксони, мають свій обмежений ріст, тобто припиняють лінійний ріст на час дозрівання при будь-якому поєднанні агротехнічних і метеорологічних умов. Різними науковцями вивчався вплив густоти на ріст, розвиток і формування продуктивності рослин кукурудзи. Так, висота рослин з збільшенням густоти від 20 до 40 тис./га зменшувалась у гібридах краснодарської та одеської селекції. У деяких батьківських форм гібридів із збільшенням густоти стояння рослин з 30 до 60 тис./га висота стебла збільшувалась відповідно на 18 і 21 см. При загущенні продуктивність (кількість повноцінних качанів) знижувалась, зменшувалась їх маса і маса 1000 зерен [85].

Встановлено, що різна густота стояння рослин у першу половину вегетації мало впливала на показники лінійного приросту стебла. Однак, у другу половину вегетації, при формуванні великої вегетативної маси, початку конкуренції між рослинами, висота рослин кукурудзи збільшується пропорційно загущенню посіву. Це підтверджено ідентифікацією фенотипу кукурудзи, що висота рослин, товщина стебла і площа листової поверхні у початковий період розвитку кукурудзи (фаза 5–6 листків) не суттєво збільшувалась з підвищенням густоти стояння рослин. У пізніший період розвитку кукурудзи (фаза 10–11 листків і, особливо, цвітіння–молочна стиглість) висота стебла і площа листя збільшувалась з підвищенням густоти рослин батьківських форм. Збільшення висоти рослин батьківських форм у

фазі цвітіння волотей зі збільшенням густоти рослин становило відповідно 12 і 13 см. [86].

Відомо, що продуктивність фотосинтезу істотно залежить від площі листової поверхні рослин, яку регулюють створенням оптимальної структури посіву завдяки формуванню густоти рослин. Дієвим фактором ефективного використання фотосинтетичної активної радіації є забезпечення прискореного розвитку листового апарату вже на початку вегетаційного періоду за рахунок використання факторів інтенсифікації, зокрема встановлення оптимальної густоти рослин, використання новітніх біопрепаратів [87].

Густота рослин є одним з важливих факторів в сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур, який визначає ефективність складових життєдіяльності агроценозу – ростові процеси та розвиток рослин, дозволяє максимально реалізувати продуктивність рослин та найбільше ефективно використовувати запаси ґрунтової вологи та поживних речовин ґрунту. З розширенням посівних площ кукурудзи в Україні вивчення впливу густоти стояння на урожайність культури набуло особливої актуальності [88].

Густота рослин кукурудзи сильно впливає на вологозабезпеченість. Рослини в найбільш загущених посівах запаси вологи метрового шару ґрунту на розвиток вегетативних органів, головним чином, використовують в першу половину вегетаційного періоду. Кризовий, щодо вологозабезпеченості, період у кукурудзи починається після утворення 12–13 листків у середньоранніх і середньостиглих та 14–15 – у середньопізніх і пізньостиглих гібридів. На час утворення качанів вологозабезпеченість рослин різко погіршується, що при загущенні посівів призводить до гальмування ростових процесів, зниження інтенсивності фотосинтезу, і, в результаті, до зниження продуктивності рослин. На добре удобреному агрофоні волога витрачається економніше. Таким чином, при підвищенні норм добрив та вологозабезпеченості рослин – при достатній кількості опадів, на зрошенні збільшується ефективність загущення [89].

Густота стояння рослин має неабиякий вплив на гідротермічний режим агрофітоценозу, водні та фізичні властивості ґрунту, фітоклімат посівів, що є визначальним для проходження етапів органогенезу рослин кукурудзи. Зокрема, М. Я. Бомба та М. І. Бомба висловили думку, що врожайність сільськогосподарських культур приблизно на 60 % залежить від складових сортової агротехніки та своїми дослідженнями довели, що темпи росту й розвитку кукурудзи напряму залежать від густоти стояння, але по-різному виявляються. Це пов'язано з ґрунтово-кліматичними умовами, агротехнікою вирощування, а також з біологічними та морфологічними ознаками культури [90].

Проведені дослідження В. І. Каленіч показали, що вплив густоти посіву рослин на величину качанів проявлявся як в сприятливій, так в несприятливій роки. За густоти стояння 70 та 100 тис. рослин на 1 га у середньостиглих гібридів качани були значно коротшими і з меншою кількістю зерен, ніж у випадку з густотою посіву цих же гібридів, але вже за густоти стояння рослин культури 60 тис. шт/га та 40 тис. шт/га. При цьому довжина качанів зменшувалась на 6–14 %, а їх маса на 19–21 % [91]. Інші дослідники вважають, що оптимальною густотою є густота у 80 тис. рослин на 1 га, тому, що з зменшенням густоти до 60 тис. га урожайність також знизилась до 47–51 ц/га [92].

Гібриди з більш тривалим періодом вегетації, як правило, потребують більш зрідженої сівби у порівнянні з гібридами з короткою вегетацією. Ранньостиглі гібриди мають меншу листостебельну масу і потребують менших затрат вологи і поживних речовин для росту, розвитку рослин і формування зерна. Самозапилені лінії краще відзиваються на загущення, ніж гібриди тієї ж групи стиглості [93].

Дослідженням вчених Ю. О. Лавриненко, Т. Ю. Марченко свідчить, що загущення рослин кукурудзи зменшувало вологість зерна перед збиранням на 2,8–3,0%; знижувало асиміляційний апарат однієї рослини на 13,0–18,4,

кількість продуктивних качанів, масу 1000 зерен на 4,6 – 16,5, довжину та діаметр качанів на 26,2 – 34,6, кількість зерен в ряду на 12,2 – 23,6, масу зерна одного качана на 8,5 – 21,3, вихід зерна на 1 – 6%. З іншого боку, показники лінійного приросту стебла та висоти кріплення качана помітно підвищувалися при збільшенні густоти рослин [94].

Під час вивчення впливу густоти рослин кукурудзи на продуктивність дослідники О. В. Тарасов, В. С. Кочетков та В. Ф. Малихіна прийшли до висновку, що на урожайність кукурудзи на зерно також впливає ширина міжрядь і рекомендували при зменшенні ширини міжрядь зменшувати і посівну норму, але щоб вона не дуже різнилася від рекомендованої [95].

За правильного просторового та кількісного розподілу рослин кукурудзи на площі вирощування, що обумовлюється строком сівби та густотою стояння рослин, покращується фітосанітарний стан посівів, водний, повітряний та поживний режим ґрунту, створюються сприятливі умови для збільшення продуктивності культури. Формування оптимальної густоти стояння рослин кукурудзи при різних строках сівби на одиниці площі є важливим агротехнічним прийомом підвищення врожайності культури [96].

При вирощуванні самозапилених ліній кукурудзи густоту стояння слід корегувати з обраною стратегією штучного зволоження. Так, згідно експериментальних даних Інституту зрошуваного землеробства НААН оптимальна густота стояння рослин при водозберігаючому режимі зрошення складає 75–85 тис./га, а при біологічно оптимальному режимі зрошення – 80–95 тис./га [97, 98].

Встановлено, що для кожної агрокліматичної зони також існує відповідний оптимум густоти рослин для певного генотипу ліній. Будь-яка інша густота, більша або менша рекомендованої, впливає негативно, оскільки за більшої густоти з'являються неповноцінні рослини, в той час як при недостатньому загущенні нераціонально використовується площа і сонячне світло, що також приводить до зменшення врожаю [99, 100]. Лінії з більш

тривалим періодом вегетації, як правило, потребують більш зріженої сівби у порівнянні з гібридами з короткою вегетацією. Інцухт лінії менших затрат вологи і поживних речовин для росту, розвитку рослин і формування насіння. Інцухт лінії істотніше відзиваються на загушення, ніж гібриди тієї ж групи ФАО [101]. Аналіз літературних джерел свідчить, що загушення рослин кукурудзи зменшувало вологість зерна перед збиранням на 2,8–3,0%, знижувало асиміляційний апарат однієї рослини на 13,0–18,4%, масу 1000 зерен – на 4,6–16,5%, довжину та діаметр качанів – на 26,2–34,6%, кількість зерен в ряді – на 12,2–23,6%, масу зерна одного качана – на 8,5–21,3%, вихід зерна – на 1–6% [102–106]. З іншого боку, показники лінійного приросту стебла та висоти кріплення качана помітно підвищувалися за умови збільшення густоти рослин [107]. Відомо, що при загущенні посівів до оптимальних меж хоча і знижується індивідуальна продуктивність рослин, проте збільшується кількість продуктивних рослин з одиниці площі, що й приводить до збільшення врожаю. Батьківські форми доцільно висівати за верхнього рівня оптимальної густоти, оскільки підвищена густота сівби дозволяє збільшити загальний вихід зерна на 0,4–2,4 млн шт. / га [108]. Таким чином, потребує детального уточнення оптимальна густота рослин для всіх ліній – батьківських форм нових гібридів у конкретних умовах вирощування.

Науково-дослідні установи Мексики, Китаю, Канади, та Німеччини рекомендують висівати гібриди кукурудзи з густотою стояння 70–100 тис. рослин / 1 га по фоні оптимального режиму зволоження і оптимальних норм внесення NPK, що забезпечує індекс листової поверхні 5,5 та найбільший приріст сухої речовини [109–111].

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що основу виробництва кукурудзи в Україні становить вирощування гібридів, більшість з яких є простими міжлінійними, при цьому виникає проблема довготривалого вирощування гібридного насіння. Одним з основних шляхів підвищення врожайності та зниження собівартості насіння є підвищення густоти

вирощування рослин. Однак при цьому необхідно пам'ятати, що за надмірного загущення рослин погіршуються елементи структури врожаю та якість насіння. Тому вивчення реакції батьківських компонентів гібридів різних груп стиглості на зміну густоти рослин є актуальним завданням.

Висновки до розділу 1

1. Залучення до селекційного процесу батьківських компонентів різних генетичних плазм, надає можливість реалізувати генетичний потенціал материнських та батьківських форм у майбутніх гібридах.
2. Аналіз результатів досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів показує, що впровадження нових гібридів кукурудзи на землях Центрального Лісостепу України викликає гостру необхідність в розробленні елементів сортової агротехніки ліній – батьківських компонентів та гібридів, зокрема визначення оптимальної щільності посіву, що дасть можливість повніше використовувати потенціал продуктивності інноваційних гібридів, ефективніше використовувати насіння лінії та підвищити рівень урожайності насіння ліній та зерна гібридів. Вивчення цього питання має велике наукове і практичне значення.
3. Дослідження з вивчення інноваційних новостворених ліній – батьківських компонентів та гібридів на продуктивність за різних густот в умовах Центрального Лісостепу України не проводилися, тому важливим напрямом наукових пошуків є визначення впливу густоти стояння на урожайність насіння ліній–батьківських компонентів та зерна, створених на їх основі, інноваційних гібридів кукурудзи.

Список використаних джерел у розділі 1:

1. An official website of the United States government. <https://www.usda.gov/>. Дата звернення 10.06.2023.
2. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М., Дробітько А. В. Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на

зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. 73. С. 21–26. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.3>.

3. Валовий збір кукурудзи із 73 % площ уже перевищив минулорічний. *Agrotimes*. 2022. 14 жовтня. Режим доступу: <https://agrotimes.ua/agronomiya/valovuj-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshh-uzhererevyshhuv-mynulorichnyj>. ТОП-10 країн виробників кукурудзи в 2021/22 МР. Режим доступу: <https://agrotimes.ua/agronomiya/valovuj-zbir-kukurudzy-iz-73-ploshhuzhererevyshhuv-mynulorichnyj>.

4. 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 ЛТЕУ. Економічні науки*. 2022. № 66. С. 22–28.

5. Lavrynenko Yu. O. Breeding heritage and its role in stabilizing production of corn grain in Ukraine. In Stanislav Dykyi (Eds), *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century*. Lviv-Torun: Liha-Pres. 2019. p. 103–119.

6. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 97(1). С. 32–44.

7. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Кобизєва Л. Н., Міщенко С. В., Грабовський М. Б. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву і обробітку біопрепаратами за умов зрошення. *Аграрні інновації*. Херсон. 2022. № 12. С.41–47. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.12.7>.

8. Hallauer A. R., Carena M. J., Miranda Filho J. V. *Quantitative genetics in maize breeding*. Springer New York, 2010. P. 531–576.

9. 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.

10. Рябчун В. К., Гур'єва І. А. Генетичні ресурси кукурудзи на Україні. Харків, 2007. 391 с.

11. Рябчун В. К., Кириченко В. В., Богуславський Р. Л. Роль генетичних ресурсів рослин у виконанні державних програм. *Генетичні ресурси рослин*. 2008. № 5. С. 7–13.

12. Voloshchuk O., Zaviryukha P., Andrushko O. Productivity of corn hybrids in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No. 8. P. 9–16.

13. Meseke S., Menkir A., Bossey B., Mengesha W. Performance assessment of drought tolerant maize hybrids under combined drought and heat stress. *Agronomy*. 2018. Vol. 8(12). P. 274. <https://doi.org/10.3390/agronomy8120274>.

14. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Власенко В. І., Князюк В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. Київ: Вища освіта, 2006. 463 с.

15. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Забара П. П. Селекційні надбання та їх роль в стабілізації виробництва зерна кукурудзи в Україні. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 72. С. 160–174. <http://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.21>

16. Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О., Забара П.П. Прояв і мінливість біометричних ознак у ліній–батьківських компонентів та гібридів кукурудзи за використання різних генетичних плазм при зрошенні. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2020. №3 (85). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.008>.

17. Kolisnyk O. M., Butenko A. O., Malynka L. V., Masik I. M., Onychko V. I., Onychko T. O., Kriuchko L. V., Kobzhev O. M. Adaptive properties of maize

forms for improvement in the ecological status of fields. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9(2). P. 33–37.

18. Sprague G. F., Tatum L. A., General V. S. Specific combining ability in single crosses of corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 1942. Vol. 34. P. 923–932.

19. Турбин Н. В. Генетические основы гетерозиса. Гетерозис: Теория и практика. Л.: Колос. 1968. С.46–87.

20. Horner E. S., Lundy H. W., Luttrik M. C., Charman W. H. Comparisons of three methods of recurrent selection in maize. *Crop. Sci.* 1973. Vol. 13. P. 485–489.

21. Галеев Г. С. Методы селекции гибридной кукурузы. Кукуруза. 1960. С.80–96.

22. Макаруч О. С., Жемойда В. Л. Підбір тестерів для оцінки вихідного матеріалу кукурудзи. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні*. Дніпропетровськ. 2002. С. 66.

23. Литун П. П., Гурьева И. А. Методы оценки комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы. *Кукуруза*. 1978. № 2. С. 20–23.

24. Домашнев П. П., Дзюбецкий Б. В., Костюченко В. И. Селекция кукурузы. М.: Агропромиздат, 1992. 208 с.

25. Козубенко Л. В., Гурьева И. А. Селекция кукурузы на раннеспелость. Харьков, 2000. 239 с.

26. Montenegro T. H., Rincon S. F., Ruiz T. N. Angelica de Leon Castillo Humberto, Castanon Najera Guillermo. *Rev. fitotecn. mex.* 2002. Vol. 25 (2). P. 135–142.

27. Felix S. V., Amoldo B., Jose C., Carlos M. *Agron. Trop. (Venezuela)*. 2001. Vol. 51(3). P. 301–318.

28. Гур'єва І. А., Вакуленко С. М., Степанова В. П., Кузьмишина Н. В. Генетичний потенціал сучасного вихідного матеріалу кукурудзи. *Генетика і селекція на межі тисячоліть*. К.: Логос, 2001. Т. 2. С.610–615.
29. Мустьяца С. И., Борозан П. П., Мистрец С. И. Итоги селекционной работы с раннеспелой кремнистой зародышевой плазмой. *Кукуруза и сорго*. 2001. № 6. С. 10–16.
30. Шмараев Г. Е., Барсуков А. Д. Биологическая и селекционная ценность раннеспелой кукурузы из Испании и Португалии. *Тр. по прикладной ботанике и селекции*. Л., 1984. Т. 84. С. 112–118.
31. Гур'єва І. А., Кузьмишина Н. В. Цінний вихідний матеріал для селекції самозапилених ліній кукурудзи. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. К., 2004. № 12. С. 341–344.
32. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Селекція гібридів кукурудзи, стійких до екстремальних умов вирощування. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 2007. № 31–32. С. 3–11.
33. Моргун В. В., Хроменко О. С., Присяжнюк І. В., Ларченко К. А., Гаврилюк В. М., Хроменко В. О. Селекція ранньостиглих гібридів кукурудзи для зони з коротким безморозним періодом. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: 2 т.* / Під ред. Моргуна В. В. К: Логос, 2001. Т.2. С. 590–602.
34. Troyer A. F. Adaptedness and heterosis in corn and mule hybrids. *Crop Sci.*, 2006. Vol. 46. P. 528–543.
35. Дзюбецький Б.В., Черчель В.Ю., Антонюк С.П. Селекція кукурудзи. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть: 2 т.* / Під ред. Моргуна В.В. К: Логос. 2001. Т.2. С. 571–589.
36. Черчель В. Ю., Гайдаш О. Л., Таганцова М. М. Морфобіологічна характеристика ліній кукурудзи змішаної плазми в умовах Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ: Нова ідеологія. 2015. № 8. С. 99–104.

37. Пащенко Ю. Принципы подбора гибридов кукурузы в разных почвенно-климатических зонах. *Зерно*. 2012. № 3. С. 82–86.
38. Черчель В. Ю., Гайдаш О. Л. Селекція скоростиглих гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) на базі Змішаної зародкової плазми. *Зернові культури*. Том 1, № 1. 2017. С.10–17.
39. Vozhehova R., Marchenko T., Lavrynenko Y., Piliarska O., Zabara P., Zaiets S., Tyshchenko A., Mishchenko S., Kormosh S. Productivity of lines – parental components of maize hybrids depending on plant density and application of biopreparations under drip irrigation. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 2022. Vol. 22, Issue 1. P. 695–704.
40. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Гож О. А., Глушко Т. В., Влащук А. М., Марченко Т. Ю., Дробіт О. С., Сова Р. С., Забара П. П. Адаптивна технологія вирощування зерна та насіння кукурудзи в умовах зрошення. Науково-практичні рекомендації. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. 48 с.
41. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Тищенко О. Д., Базалій Г. Г., Кобиліна Н. О., Марченко Т. Ю., Кузьмич В. І., Клубук В. В., Усик Л. О., Куц Г. М., Рубцов Д. К. Аналіз та оцінка генетичних ресурсів рослин Інституту зрошеного землеробства НААН. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Том. 20. С. 116–121. doi.org/10.7124/FEEO.v20.745.
42. Hutsch B., Schubert S. Harvest Index of Maize (*Zea mays* L.): Are There Possibilities for Improvement. *Adv. Agron.* 2017. Vol. 146. P. 37–82. doi:10.1016/bs.agron.2017.07/004.
43. Fox G., O'Hare T. Analyzing maize grain quality. *Achieving sustainable cultivation of maize*. 2017. Vol. 1. P. 237–260. <https://doi.org/10.19103/AS.2016.0001.14>.
44. Mason S., Kmail Z., Galusha T., Jukić Ž. Path analysis of drought tolerant maize hybrid yield and yield components across planting dates. *Journal of*

Central European Agriculture. 2019. Vol. 20(1). P. 194–207.
doi.org/10.5513/JCEA01/20.1.2106.

45. Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В., Марченко Т. Ю., Глушко Т. В., Нужна М. В. Морфо-фізіологічні та гетерозисні моделі гібридів кукурудзи різних за групами стиглості ФАО 150–600 в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство* : міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. Вип. 68. С. 153–161.

46. Кузьмишина Н., Рябчун В., Вакуленко С. Колекція самозапилених ліній кукурудзи за ознаками продуктивності. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 95(12). С. 48–52.

47. Gag J. L., White M. R., Edwards J. W., Kaeppler S., de Leon N. Selection signatures underlying dramatic male inflorescence transformation during modern hybrid maize breeding. *Genetics*. 2018. Vol. 210(3). P. 1125–1138.
<https://doi.org/10.1534/genetics.118.301487>.

48. Куцак Б., Кожемякіна Н. Оцінка нового інбредного матеріалу кукурудзи за господарсько цінними показниками та комбінаційною здатністю. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронія*. 2018. № 22(1). С.87–95.

49. Багатченко В. В., Жемойда В. Л., Спряжка Р. О. Формування фракційного складу та посівних якостей насіння батьківських компонентів кукурудзи залежно від густоти стояння. *Рослинництво та ґрунтознавство* 2020. Вип. 11, № 1. С.79–87. <http://dx.doi.org/10.31548/agr2020.01.079>.

50. Zhemoyda V. L., Krasnovsky S. A., Karpuk L. M., Makarchuk O. S. The algorithm selection of initial material corn by breeding for cold resistance and model of inbred line. *Eurasia J Biosci*. 2019. Vol. 13. P. 431–436.

51. Дзюбецький Б. В., Абельмасов О. В. Характеристика тесткросів ранньостиглих ліній кукурудзи плазми Айодент в умовах північної зони Степу України. *Зернові культури*. 2018. Вип. 2, № 1. С. 5–13.
<https://doi.org/10.31867/2523-4544/00015>.

52. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 р. URL: <https://minagro.gov.ua/ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>.
53. Кирпа М.Я. Проект «Зерно України» — складові збільшення виробництва зерна (вирощування, обробка, зберігання). *Одеська національна академія харчових технологій. Наукові праці*. 2020. № 40, том 1. С.99–102.
54. Liu W., Tollenaar M. Response of Yield Heterosis to Increasing Plant Density in Maize. *Crop Science. Crop Physiology & Metabolism*. 2013. Vol. 49, Iss.5. P.1807–1816. <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.07.0422>.
55. Wright I. J., Reich P. B., Westoby M. et al. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*. 2004. Vol. 428. P. 821–827. Crosbie R. S., Wilson B., Hughes J. D., McCulloch C. The upscaling of transpiration from individual trees to areal transpiration in tree belts. *Plant and Soil*. 2007. Vol. 297. P. 223–232.
56. Byrne M., Timmermans M., Kidner C., Martienssen R. Development of leaf shape. *Current Opinion in Plant Biology*. 2001. Vol. 4. P. 38–43.
57. Blanco F. F., Folegatti M. V. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. *Scientia Agricola*. 2005. Vol. 62. P. 305–309.
58. Daas-Ghrib C., Montpied P., Ksontini M., Dreyer E. Functional relationships between leaf structure and photosynthetic traits as modulated by irradiance and nutrient availability in a sclerophyllous and a non-sclerophyllous mediterranean oak species. *European Journal of Forest Research*. 2011. Vol. 130. P. 503–512.
59. Niklas K. J., Christianson M. L. Differences in the scaling of area and mass of *Ginkgo biloba* (Ginkgoaceae) leaves and their relevance to the study of specific leaf area. *American Journal of Botany*. 2011. Vol. 98. P. 1381–1386.
60. Wright I. J., Dong N., Maire V. et al. Global climatic drivers of leaf size. *Science*. 2017. Vol. 357. P. 917–921.

61. Shi P. J., Li Y. R., Hui C., Ratkowsky D. A., Yu X. J., Niinemets Ü. Does the law of diminishing returns in leaf scaling apply to vines? – Evidence from 12 species of climbing plants. *Global Ecology and Conservation*. 2020. Vol. 21. e00830.

62. Марченко Т. Ю., Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Хоменко Т. М. Особливості формування фотосинтетичного потенціалу і врожайності насіння батьківських компонентів кукурудзи в умовах зрошення та застосування стимулятора росту. *Plant Varieties Studying and protection*. 2020. Том. 16. № 2. С. 191–198. <http://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209239>

63. Молдован Ж. А., Молдован В. Г. Вплив мінерального живлення на формування площі листової поверхні рослинами кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Зрошуване землеробство*. 2022. Вип. 77. С.68–72. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.15>.

64. Subedi K. D., Ma B. L. Ear position, leaf area, and contribution of individual leaves to grain yield in conventional and leafy maize hybrids. *Crop Sci*. 2005. Vol. 45. P. 2246–2257.

65. Liu T. N., Gu L. M., Dong S. T., Zhang J. W., Liu P., Zhao B. Optimum leaf removal increases canopy apparent photosynthesis, ¹³C-photosynthate distribution and grain yield of maize crops grown at high density. *Field Crops Res*. 2015. Vol. 170. P. 32–39.

66. 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>.

67. Cairns J. E., Prasanna B. M. Developing and deploying climate-resilient maize varieties in the developing world. *Current Opinion in Plant Biology*. 2018. Vol. 45. P. 226–230. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2018.05.004>.

68. Chen K., Camberato J.J., Tuinstra M.R., Kumudini S.V., Tollenaar M., Vyn T.J. Genetic improvement in density and nitrogen stress tolerance traits over

38 years of commercial maize hybrids release. *Field Crops Res.* 2016. Vol. 196. P. 438–451. doi: <http://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.025>.

69. Zhao J., Xue Q., Jessup K. E., Hao B., Hou X., Marek T. H., Brauer D. K. Yield and water use of drought-tolerant maize hybrids in a semiarid environment. *Field Crops Research.* 2018. Vol. 216. P. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.11.001>.

70. Anjum, S. A., Ashraf, U., Tanveer, M., Khan, I., Hussain, S., Shahzad, B., & Wang, L. C. Drought induced changes in growth, osmolyte accumulation and antioxidant metabolism of three maize hybrids. *Frontiers in plant science.* 2017. Vol. 8. P. 69. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00069>.

71. Hussain, H. A., Men, S., Hussain, S., Chen, Y., Ali, S., Zhang, S., & Wang, L. Interactive effects of drought and heat stresses on morpho-physiological attributes, yield, nutrient uptake and oxidative status in maize hybrids. *Scientific reports.* 2019. Vol. 9(1). P. 3890. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40362-7>.

72. Irmak S., Djaman K. Effects of planting date and density on plant growth, yield, evapotranspiration, and water productivity of subsurface drip-irrigated and rained maize. *Transactions of the ASABE.* 2016. Vol. 59(5). P.1235–1256. <https://doi.org/10.13031/trans.59.11169>.

73. Mastrodomenico A. T., Haegele J. W., Seebauer J. R., Below F. E. Yield stability differs in commercial maize hybrids in response to changes in plant density, nitrogen fertility, and environment. *Crop Science.* 2018. Vol. 58(1). P.230–241. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.06.0340>.

74. 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. Вип. 26. С. 56–66.

75. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Ображій С. В. Вплив гідротермічних умов вегетації на урожайність гібридів кукурудзи різних груп

стиглості в умовах Центрального Лісостепу України. *Агробіологія*. 2014. № 1 (109). С. 57–62.

76. Чучмий И. П., Моргун В. В. Генетические основы и методы селекции скороспелых гибридов кукурузы. Киев : Наукова думка, 1990. 282 с.

77. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Ображій С. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості під впливом строків сівби. *Агробіологія*. 2014. № 2. С.81–86.

78. Mandić, Bijelić V., Krnjaja Z. et al._ The effect of crop density on maize grain yield. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2016. Vol. 32(1). P. 83–90. <https://doi.org/10.2298/ВАН1601083М>.

79. 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.

80. 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.

81. 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>.

82. 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>.

83. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. № 64. С.120–132.

84. Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Баташова М. Е. Селекция и генетика кукурузы. *Селекция и генетика отдельных культур*. Полтава: ФОП Говоров С. В., 2008. 368 с.
85. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність / за ред. С. О. Ткачик. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця, 2016. 164 с.
86. Жемойда В. Л., Лещук Н. В., Таганцова М. М., Мамонова К. Г. Атлас морфологічних ознак кукурудзи *Zea mays* L. Київ : Алефа, 2007. 46 с.
87. Wiliam J. Cox. Whole-Plant Physiological and Yield Responses of Maize to Plant Density. *Agronomy Journal*. 1996. Vol. 88, Iss. 3. May-June. P. 489–496. <https://doi.org/10.2134/agronj1996.00021962008800030022x>.
88. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Забара П. П. Продуктивність ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від способу поливу та густоти рослин у Південному Степу. *Вісник аграрної науки*. 2020. №2(803). С. 58–63. <http://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-09>.
89. Sarlangue T., Andrade F. H., Calviño P. A., Purcell L. C. Why Do Maize Hybrids Respond Differently to Variations in Plant Density? *Agronomy Journal*. 2007. Vol. 99, Iss. 4. P. 984–991. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0205>.
90. Бомба М. Я., Бомба М. І. Використаймо кукурудзу сповна. *Пропозиція*. 2001. № 2. С. 40–43.
91. Каленич В. И. Особенности агротехники родительских форм районированных гибридов кукурузы при выращивании в благоприятных и засушливых условиях. *Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы* (Юбилейный выпуск, посвященный 100-летию со дня рождения академика М. И. Хаджинова). Краснодар: Адыгея, 1999. С. 334–340.
92. Li J., Xie R. Z., Wang K. R., Ming B., Guo Y. Q. et al. Variations in Maize Dry Matter, Harvest Index, and Grain Yield with Plant Density. *Agronomy Journal Crop Economics, Production & Management*. 2015. May–June. Vol. 107, Iss. 3. P. 829–834. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0522>.

93. Marchenko T. Yu. Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph* Lviv-Torun: Liha-Pres, 2019. P. 137–153. doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152.
94. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Забара П. П. Селекція гібридів кукурудзи для умов зрошення. *Вісник аграрної науки: науково-теоретичний журнал НААН*. Київ. 2019. Жовтень. С. 85–92. <http://doi.org/10.31073/agrovisnyk201910-11S>.
95. Тарасов О. В., Кочетков В. С., Малихіна В. Ф. Кукурудза в Степу України. Донецьк: Донбас, 1974. 124 с.
96. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Писаренко П.В., Біляєва І. М. Наукове обґрунтування режимів зрошення з врахуванням біологічних потреб рослин та технологічних параметрів зрошувальних систем. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний збірник*. 2014. Вип. 62. С. 36–39.
97. Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Пілярська О. О., Забара П. П., Хоменко Т. М., Михайленко І. В. Динаміка накопичення сирої та сухої надземної біомаси гібридами кукурудзи за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 71. С. 108–114. <http://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.23>.
98. Vozhegova R. A., Lavrinenko Yu.O., Hlushko T.V. Productivity of maize hybrids of different FAO groups depending on condition of irrigation and dosage of fertilizers in the southern steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2014. Vol. 1(3). P. 62–68.
99. Абельмасов О. В., Бебех А. В. Особливості прояву основних елементів структури врожайності самоzapилених ліній кукурудзи в різних

умовах вирощування. *Plant varieties studying and protection*. 2018. Vol. 14(2). P. 209–214. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771>.

100. Паламарчук В. Д., Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Характеристика основних елементів технології вирощування зернової кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 3. С. 58–64.

101. Багатченко В. В. Вихід високоякісного насіння кукурудзи в залежності від густоти стояння рослин. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агронімія*. 2018. № 29. С.103–109. <http://dx.doi.org/10.31548/agr2018.294.103>.

102. Колісник О. М. Оцінка генотипів кукурудзи за стійкістю до шкодочинних об'єктів в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ*. 2019. № 13. С. 143–153. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-2-19>.

103. Буряк С. Особливості впливу регуляторів росту рослин на насінневу продуктивність ліній батьківських компонентів гібридів кукурудзи. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронімія*. № (23). С.152–158. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.152>.

104. Вожегова Р., Лавриненко Ю., Марченко Т., Забара П. Продуктивність ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від способів поливу та густоти рослин у Південному Степу. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 98(2). С. 58–63. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202005>

105. Вожегова Р., Лавриненко Ю., Марченко Т., Пілярська О., Забара П. Вплив елементів технологій вирощування на площу асиміляційної поверхні посівів ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 99(12). С. 51–58. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202112-07>.

106. Жемойда В. Л., Скорик В. В., Башкірова Н. В., Дупляк О. Т., Макарчук О. С. Методичні рекомендації для фахівців, селекціонерів, агрономів, аспірантів. Нові сортозразки жита озимого, кукурудзи, люцерни,

квасолі звичайної та особливості їх насінництва. Київ: НУБіП України, 2014. 44 с.

107. Репілевський Д. Е., Іванів М. О. Структура врожаю гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів зрошення в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 119. С. 99–111. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.14>.

108. Каленська С. М., Присяжнюк О. І., Половинчук О. Ю., Новицька Н. В. Порівняльна характеристика шкал росту й розвитку зернових культур. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. № 14(4). С. 406–414. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151906>

109. García-Martínez H., Flores-Magdaleno H., Ascencio-Hernández R., Khalil-Gardezi A., Tijerina-Chávez L., Mancilla-Villa O. R., Vázquez-Peña M. A. Corn grain yield estimation from vegetation indices, canopy cover, plant density, and a neural network using multispectral and RGB images acquired with unmanned aerial vehicles. *Agriculture*. 2020. Vol. 10(7). P. 277. [doi:10.3390/agriculture10070277](https://doi.org/10.3390/agriculture10070277).

110. Li Y. C., Dai H. Y., Chen H. Effects of plant density on the aboveground dry matter and radiation-use efficiency of field corn. *Plos One*. 2022. Vol. 17(11), e0277547. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277547>.

111. Veenstra R. L., Messina C. D., Berning D., Haag L. A., Carter P., Hefley T. J., Ciampitti I. A. Corn yield components can be stabilized via tillering in sub-optimal plant densities. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 13. 1047268. [doi:10.3389/fpls.2022.1047268](https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1047268).

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

В агрономічних дослідженнях важливе значення має оцінка погодних і ґрунтових умов, які безпосередньо впливають на продуктивність агрокультур, у тому числі й кукурудзи. Крім того, насінневі посіви кукурудзи потребують більш ретельного підходу щодо забезпечення оптимальних умов вирощування. Клімат Центрального Лісостепу України помірно континентальний, його континентальність збільшується у східному напрямку. Тепле літо і помірно холодна зима. Середня температура січня становить на заході $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, на сході $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, а липня – відповідно $+16$ і $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.1 Агрохімічна характеристика ґрунту дослідного поля

Ґрунт ділянки проведення досліджень – чорнозем типовий середньогумусовий. Має найхарактерніші морфологічні ознаки чорноземів: потужний гумусований профіль (>80 см), неглибоке залягання карбонатів (у верхньому перехідному горизонті або в його нижній частині), Е-І перерозподіл відсутній, CaCO_3 у вигляді псевдоміцелію або трубочок. За гранулометричним складом чорноземи переважно суглинкові, у більшості підтипів відсутні помітні зміни мулистої фракції за профілем, лише в опідзолених існує невеликий її перерозподіл. Хімічний склад чорноземів характеризується рівномірним розподілом SiO_2 та R_2O_3 за профілем, за винятком опідзолених. У Н-горизонті акумулюються N, P, S та інші біофільні елементи, більшістю ґрунти вилугувані від водорозчинних сполук.

Гумусовий горизонт з чорним відтінком, становить 47–52 см і характеризується солонцюватістю та вузьким співвідношенням Ca^{2+} та Mg^{2+} (2,5–2,8); високою розпушеністю, зв'язністю та схильний до запливання грудучкувато-зернистою структурою. Він вміщує значну кількість решток коренів культурних рослин та бур'янів. Орний горизонт знаходиться в межах

0–30 см. В орному шарі ґрунту міститься гумусу 2,2 %. Середній вміст в шарі ґрунту 0–50 см нітратного азоту – 1,3, рухомого фосфору – 3,1 та обмінного калію – 33,2 мг/100 г ґрунту. Валового азоту в ґрунті міститься 0,20–0,25%, фосфору – 0,12–0,14%. Вміст рухомих форм фосфору на зрошуваних чорноземах південних в останні роки зріс, що пояснюється тривалим зрошенням і систематичним внесенням фосфорних добрив. Під гумусним горизонтом залягає карбонатний ілювій у вигляді білозірки. Крім того, при висиханні ґрунт відзначається високою щільністю, низькою водопроникністю й схильний до набухання. Найменша вологоємність 0,7 м шару ґрунту становить – 22,0 %, вологість в'янення – 9,7 % від маси сухого ґрунту, щільність складання – 1,40 г/см³. Ґрунтовий поглинаючий комплекс насичений переважно кальцієм і магнієм. Реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів близька до нейтральної або слабко лужна (рН = 6,9–7,4), вниз по профілю, зростає. Фізико-хімічні властивості чорноземів відмінні. Ці ґрунти мають потужний ґрунтово-поглинальний комплекс з великою ємністю поглинання (30–70 мг·екв), ґрунтовий поглинаючий комплекс майже повністю насичений Са та Mg, реакція середовища близька до нейтральної, нейтральна або слаболужна, висока буферність. Фізичні та водно-фізичні властивості чорноземів добрі, консистенція нещільна, висока вологоємність, добра водопроникність. Щільність твердої фази складає 2,4 г/см куб у Н-горизонті й збільшується до 2,7 г/см куб у материнській породі. Щільність ґрунту 1,0–1,6 г/см куб, пористість 55–60%.

Чорноземи мають оптимальний тепловий режим: добре поглинають енергію сонця, довго зберігають тепло. За характеристикою ґрунт є типовим для Центральної Лісостепової зони України [1–3].

2.2 Кліматичні та метеорологічні умови в роки проведення досліджень

Польові досліді проводили впродовж 2019–2021 рр. в сільськогосподарському виробничому кооперативі «ПЕРЕМОГА» (с. Клепачі,

Хорольський р-н, Полтавська обл.) в агроекологічній зоні Центральний Лісостеп України.

Клімат Полтавської області має характеристики помірно-континентального типу помірного кліматичного поясу. Середня температура січня — $-3,7$ °С, липня — $+21,4$ °С, кількість опадів становить 480—580 мм/рік, що випадають переважно влітку у вигляді дощів.

Вплив антициклонних повітряних мас зі сходу Євразії найбільше впливає на формування погоди області, приносячи влітку суху та спекотну погоду, а взимку - холодну. Біля третини днів року над територією області панують вологі повітряні маси із північної та центральної Атлантики [4].

З атмосферних явищ в області спостерігаються тумани, грози (до 40 днів у рік), ожеледь (найбільше у східній частині), хуртовини (найбільша кількість на північному сході), рідко бувають град та суховії (південна частина області) [5].

За даними Звіту Світового Банку 2021 року Полтавщина опинилася у п'ятірці областей, які мають найбільший вплив зміни клімату на сільське господарство та економічну нерівність [6].

Зима звичайно нетривала, м'яка і середньосніжна. Середньодобова температура повітря частіше всього буває вище мінус 5 °С. Ґрунт промерзає на глибину 30–40 см і рідко глибше. Відлиги зимою бувають часто, а сніговий покрив стійкий. За зимовий період середня кількість опадів становить 177,5 мм. Промерзання перешкоджає проникненню вологи у профілі ґрунту. Середня глибина промерзання 40–50 см, можлива – до 100–120 см. Ґрунт повністю розтає, як правило, у третій декаді березня.

Весна – не більше двох місяців, з різким наростанням тепла. Перехід температури повітря через 0 °С відбувається, здебільшого, на початку березня, а в кінці березня середньодобова температура повітря досягає 5°С. Перехід температури через 10 °С спостерігається у кінці другої – на початку третьої декади квітня, а вдень вона підвищується до 20–25 °С, ґрунт на глибині 10 см

прогрівається до 8–12 °С. Останні заморозки, в основному, закінчуються у другій декаді квітня, але в окремі роки спостерігаються і в третій декаді травня.

Літо продовжується в межах середньодобових температур вище 15 °С, а його початок настає в кінці першої – на початку другої декади травня. Літо, як правило, жарке, посушливе, з тривалістю біля 5 місяців. Літом температура повітря протягом 25–30 днів підвищується до 35 °С і вище. Оподи найчастіше випадають у вигляді злив, середня їх кількість становить – 320,4 мм.

Восени спостерігається обмежений перехід середньодобової температури повітря через 15° і 0 °С. Осінь триває 2,5 місяця. У середині жовтня починаються перші заморозки, у 10–20 % випадків вони наступають у кінці вересня, після них можливе тривале повернення тепла і сухої погоди [7].

Отже, ґрунтово-кліматичні умови Центрального Лісостепу України є сприятливими для формування високих і сталих урожаїв кукурудзи.

Метеорологічні умови у 2019 – 2021 рр. проведення досліджень. Для росту та розвитку кукурудзи зернової були у більшості випадків сприятливими.

Погодні умови 2019 року відрізнялися високими середньодобовими температурами повітря на протязі тривалості всього періоду вегетації кукурудзи (табл. 2.1), за весь період якого накопичено 2887,2 °С активних температур. Цієї кількості позитивних температур цілком достатньо для формування високої продуктивності рослинами кукурудзи. В цілому їх ріст та розвиток відбувався в межах оптимальних погодних умов впродовж всього періоду вегетації.

Таблиця 2.1

Показники клімату для умов Полтавської області за 2019 рік

Місяць	Середня температура повітря, °С	Сума опадів, мм	Температура мінімум, °С	Температура максимум, °С
Січень	-8,2	64,2	-22,1	+2,2
Лютий	-5,5	29,2	-13,4	+3,3
Березень	+6,5	26,2	-9	+13,2
Квітень	+8,6	28,9	+0,2	+22,3
Травень	+12,5	59,4	+5,1	+29,2
Червень	+19,8	47,8	+15,3	+35,4
Липень	+20,1	53,8	+17,7	+37,6
Серпень	+16,2	12,6	+14,4	+32,7
Вересень	+12,4	32,2	+12,1	+29,5
Жовтень	+8,5	53,3	-2,2	+17,3
Листопад	+3,5	42,3	-2,7	+14,8
Грудень	+1,1	38,9	-3,1	+2,1
Річні	+6,6	488,8	-22,1	+37,6

Аналіз погодних умов у 2020 році показав, що за температурним режимом він дещо відрізнявся від попередніх років досліджень, в квітні спостерігалось різке зниження температури та повернення заморозків (табл. 2.2).

Впродовж тривалості періоду вегетації накопичено 2773,5 °С активних температур. Ріст та розвиток рослин кукурудзи зернової відбувався за нормальних погодних умов на протязі всього періоду вегетації.

Таблиця 2.2

Показники клімату для умов Полтавської області за 2020 рік

Місяць	Середня температура повітря, °С	Сума опадів, мм	Температура мінімум, °С	Температура максимум, °С
Січень	-6,5	25,1	-8,5	+4,1
Лютий	+0,6	57,2	-16,7	+5,4
Березень	+6,2	21,9	-1,9	+11,7
Квітень	+3,4	26,0	-5,8	+19,0
Травень	+11,4	69,3	+4,5	+22,1
Червень	+15,7	49,9	+16,2	+34,3
Липень	+19,1	52,7	+16,6	+36,5
Серпень	+15,1	42,7	+15,1	+29,7
Вересень	+11,3	43,4	+11,4	+26,5
Жовтень	+7,8	43,9	-2,1	+16,3
Листопад	+2,6	32,7	-2,9	+13,8
Грудень	+0,9	35,6	-3,9	+2,9
Річні	+6,3	500,4	-16,7	+36,5

Температурний режим у 2021 році в основному знаходився на рівні середньобогаторічних показників. Впродовж вегетації культури було накопичено 2918,3 °С активних температур вище 10 °С, що сприятливо відзначилось на рості та розвитку рослин кукурудзи (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Показники клімату для умов Полтавської області за 2021 рік

Місяць	Середня температура повітря, °С	Сума опадів, мм	Температура мінімум, °С	Температура максимум, °С
1	2	3	4	5
Січень	-5,5	29,4	-8,9	+4,2
Лютий	+0,8	59,3	-16,9	+5,7
Березень	+6,4	22,8	-1,7	+11,9
Квітень	+3,6	28,0	+1,1	+19,5
Травень	+11,6	69,9	+4,8	+22,3
Червень	+16,1	52,3	+16,7	+34,8

1	2	3	4	5
Липень	+19,5	54,9	+16,9	+36,7
Серпень	+15,5	52,7	+15,8	+29,9
Вересень	+11,5	47,4	+11,7	+26,9
Жовтень	+7,9	48,9	-2,3	+16,6
Листопад	+2,7	42,7	-2,8	+13,6
Грудень	+0,8	36,9	-3,7	+2,8
Річні	+6,5	498,2	-16,9	+36,7

Кукурудза має підвищені вимоги до вологи, тепла, світла, поживних речовин та інших факторів навколишнього середовища. Її гібриди значно відрізняються за вегетаційним періодом, тому й мають різні вимоги до даних показників.

На чистому, пухкому, повітропроникному ґрунті зі значним шаром гумусу, високим вмістом поживних речовин та вологи, за рН 5,5–7 демонструє максимальну врожайність кукурудза.

Оптимальною температурою для появи перших проростків є +18–25 °С, хоча починається процес проростання вже за +9 °С. Якщо показник становить +32 °С, затримується поява ростків, а вище +35 °С – зупинка росту.

Як і для інших культур, сума температур до появи перших пар розвинутих листків у кукурудзи становить 140 °С, до початку утворення качанів – 700 °С, а до цвітіння – 1200 °С. Щоби досягти оптимальної асиміляції рослинам потрібно розвиватися за +22–30 °С, мінімальний показник – +12 °С та максимальний – +38 °С. Дуже низький температурний режим може негативно впливати на вегетацію культури.

Щоби досягти оптимальної асиміляції рослинам потрібно розвиватися за +22–30 °С, мінімальний показник – +12 °С та максимальний – +38 °С.

Кукурудза любить інтенсивне світло. Чим більше рослини отримують світла, тим інтенсивніше вони ростуть, швидше утворюються листки й раніше відбувається змикання рядків.

За основний період вегетації рослини кукурудзи на зерно потребують майже 22 л води на кв. м. Максимально культура потребує вологи коли цвіте, формує зерно і дозріває. Водночас вміст води в рослинах може значно впливати на вагу насінин та якісні показники зеленої маси. Скорочення врожаю зумовлює значне збільшення температури (вище +32 °С), а також тривала спекотна погода в період вегетації [8].

Отже, ґрунтово-кліматичні умови зони Центрального Лісостепу України є сприятливими для формування високих і сталих урожаїв кукурудзи зернової.

2.3 Вихідний матеріал, схеми дослідів та методика проведення досліджень

Польові досліді закладалися з урахуванням рекомендацій, викладених у Методиці проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність [9] та Методиці проведення польових дослідів із кукурудзою [10]. В досліді дотримується принцип єдиної логічної різниці.

Використовували методи досліджень загальнонаукові (індукція, дедукція, аналіз, синтез тощо) і спеціальні (польовий експеримент, лабораторні досліді та ін.).

У дисертаційній роботі представлені матеріали досліджень у двох двофакторних дослідів, де вивчалася продуктивність рослин лінії-батьківських компонентів гібридів кукурудзи та інноваційних гібридів української селекції кукурудзи різних груп ФАО залежно від густоти посіву, який закладався методом розщеплених блоків.

Дослід 1

У досліді 1 передбачалося вивчення наступних факторів та їх варіантів:

1. Фактор А (Лінія-батьківський компонент): середньорання група – ОР26А (ФАО 240), АВ20Б (ФАО 260), ОР28А (ФАО 260), середньостигла – ОР32А (ФАО 320), АВ30Б (ФАО 320).

2. Фактор В (густота стояння рослин):

1. 70 тис. рослин/га,
2. 80 тис. рослин/га,
3. 90 тис. рослин/га.

Схема дослідів

Лінія-батьківський компонент (фактор А)	Густота рослин, тис. рослин/га (фактор С)		
ОР26А (ФАО 240)	70	80	90
АВ20Б (ФАО 260)	70	80	90
ОР28А (ФАО 260)	70	80	90
ОР32А (ФАО 320)	70	80	90
АВ30Б (ФАО 320)	70	80	90

Дослід 2

У досліді 1 передбачалося вивчення наступних факторів та їх варіантів:

1. Фактор А (гібриди кукурудзи): середньорання група – Зедан 26 (ФАО 240), Зедан 28 (ФАО 260), середньостигла – Зедан 32 (ФАО 320).
2. Фактор В (густота стояння рослин):
 1. 70 тис. рослин/га,
 2. 80 тис. рослин/га,
 3. 90 тис. рослин/га,
 4. 100 тис. рослин/га.

Схема дослідів

Гібрид (фактор В)	Густота рослин, тис.рослин/га (фактор С)			
Зедан 26 (ФАО 240)	70	80	90	100
Зедан 28 (ФАО 260)	70	80	90	100
Зедан 32 (ФАО 320)	70	80	90	100

У процесі виконання роботи застосовували такі методи досліджень:

1) *польовий* – для спостереження за ростом і розвитком рослин, погоднокліматичними умовами навколишнього середовища та іншими досліджуваними чинниками;

2) *візуальний* – для виявлення фенологічних змін рослин кукурудзи;

3) *вимірювально-ваговий* – для визначення біометричних параметрів росту і розвитку рослин (встановлення фотосинтетичної діяльності рослин, динаміки нагромадження зеленої маси та сухої речовини, параметрів структури врожаю, урожайності);

4) *лабораторний* – для визначення NPK ґрунту та якості зерна;

5) *математично-статистичний* – для проведення дисперсійного аналізу і статистичної обробки даних з метою оцінки достовірності отриманих результатів досліджень;

б) *розрахунково-порівняльний* – для оцінки економічної й енергетичної ефективності елементів технології вирощування кукурудзи.

Згідно агрохімічного аналізу, проведеного перед закладанням досліду, вміст в метровому шарі ґрунту основних елементів живлення в 2019–2021 рр. становив: вміст гумусу становить 3,4%, фосфатів – 119,6–120,2 мг/кг ґрунту; калію– 108,4–109,2 мг/кг. Забезпеченість ґрунтів основними мікроелементами (зокрема бор, марганець, мідь, цинк) середня, але їх кількість є достатньою для живлення агрокультур.

Фенологічні спостереження проводились на постійно закріплених 100 рослинах в двох несуміжних повтореннях. Відмічалось настання таких фаз росту та розвитку рослин кукурудзи: сходи, 3–5 листків, 7 листків, 11 листків, цвітіння жіночого суцвіття, молочна стиглість, воскова та повна стиглість зерна. Спостереження проводилися візуально: відмічали початок фази, коли 10 % рослин вступило в неї та повну фазу, коли в неї вступило 75 % рослин. Крім того, відмічали дату сівби та збирання врожаю.

Висоту рослин, площу асиміляційної поверхні листя визначали в основні фази росту та розвитку рослин кукурудзи шляхом проміру 100 закріплених, типових для даного варіанту рослин, в двох несуміжних повтореннях. Висота рослин вимірювалась до фази цвітіння – від поверхні ґрунту до верху самого довгого (витягнутого) листа, після фази викидання волоті - від поверхні ґрунту до верхньої кінцівки волоті.

Площу листкової поверхні визначали лінійним методом за допомогою двох параметрів – ширини та довжини листя (формула 2.1):

$$S = k \times l \times n, \quad (2.1)$$

де S - площа листа, см^2 ;

k - середній поправочний коефіцієнт, рівний 0,75;

l - довжина листя, см ;

n - ширина листя у найширшому місці, см .

Враховували площу тільки у фізіологічно повноцінних листків. Кількість відібраних рослин – 100, повторність дворазова.

Фотосинтетичний потенціал посіву розраховували за формулою (2.2):

$$\text{ФП} = \frac{(L_1 + L_2) \times n_1 + (L_2 + L_3) \times n_2 + \dots (L_{n-1} + L_n) \times n_n}{2}, \quad (2.2)$$

де ФП - фотосинтетичний потенціал, $\text{м}^2 \cdot \text{дїб}$;

$L_1, L_2, L_3 \dots L_n$ - площа листків на 1 га посіву в відповідні строки визначення, $\text{м}^2/\text{га}$;

$n_1, n_2 \dots n_n$ - кількість днів між двома відповідними визначеннями.

В основні фази росту та розвитку кукурудзи відбирали зразки для визначення приросту сирої та сухої біомаси надземних органів рослин. При цьому відбирали по 10 типових рослин у двох несуміжних повтореннях досліду. Після зважування рослини дрібнили, з маси відбирали по три зразки масою 100 г, фіксували на водяній бані і просушували до повітряно-сухого стану, після чого висушували при температурі 100–105 °С до постійної маси.

Збирання та облік урожаю проводили в фазу повної стиглості зерна

вручну шляхом зважування качанів з усієї облікової площі ділянок. Вологість зерна кукурудзи, вихід зерна від урожаю качанів і вихід кондиційного насіння з зерна визначали в пробах качанів (50 шт.), які відбирали під час збирання окремо на кожній облікової ділянці.

Результати обліку врожаю піддавали дисперсійному аналізу та статистичній обробці на персональному комп'ютері з використанням спеціальних прикладних програм Microsoft Office Excel та Statistica. Статистичну достовірність експериментальних даних розраховували за методиками [11, 12].

Для визначення економічної ефективності досліджуваних чинників використовували методику Мошенського та Олійника та "Нормативи матеріально-технічних витрат при вирощуванні основних сільськогосподарських культур на зрошуваних і неполивних землях із використанням інноваційних елементів технологій" [13, 14].

2.4 Агротехніка в досліді з випробування гібридів кукурудзи різних груп ФАО

Сучасні гібриди кукурудзи – це рослини, які потребують високоінтенсивної технології вирощування. Ця технологія необхідна щоб гібриди могли досягти високої врожайності в Україні.

Основний обробіток ґрунту - дворазове лушення стерні після збирання врожаю попередника (сої) і зяблеву оранку. Лушення стерні проводили на глибину 7–8 см дисковими луцильниками. Після відростання паростків бур'янів ґрунт обробляють повторно культиваторами-плоскорізами на глибину 12–14 см. Зяблеву оранку проводять на глибину 27–30 см плугами з передплужниками.

Ранньою весною, щоб зберегти вологу в ґрунті, проводили його боронування, а перед сівбою – культивацію на глибину загортання насіння (6–8 см) з одночасним боронуванням в агрегаті з культиватором.

Для отримання запланованого рівня врожайності зерна кукурудзи 10,0 т/га вносили аміачну селітру – 0,5 т/га під культивуацію.

Оптимальний термін посіву гібридів кукурудзи з урахуванням фізіолого-біохімічних особливостей їх насіння настає в той період, коли середньодобова стійка температура на глибині 10 см досягає + 10–12 °С. Сівбу проводили у 2019 році – 25.04, у 2020 році – 23.05, у 2021 році – 20.04, насіння загортали на глибину 6-10 см. Насіння перед посівом обробляли протруйником Максим XL 1,5 л/т.

Відразу після сівби кукурудзи поле закоткували.

Досходове боронування проводили через 5–6 днів після сівби, коли бур'яни проросли і знаходились у фазі "білої ниточки". Боронували впоперек рядків легкими боронами. Післясходове боронування проводили у фазах 2-3-х і 4-5 листків у кукурудзи. Швидкість руху агрегату 4,5–5,0 км/год.

Проводити міжрядні обробітки за допомогою культиваторів для розпушування, знищення бур'янів та підгортання посівів.

Для боротьби з дводольними бур'янами використовували до появи сходів кукурудзи ґрунтовий гербіцид Стомп® 330 нормою 4 л/га.

Для знищення злакових бур'янів використовували післясходові гербіциди: МайсТер® Пауер норма використання 1,5 л/га. Для захисту від хвороб використовували фунгіцид Аканто®. Норма використання: 1,0 л/га. Щоб попередити розповсюдження шкідників використовували інсектицид Кораген. Норма використання: 1 мл/10 л води.

Збирання врожаю товарної кукурудзи проводили комбайновим обмолотом качанів, за вологості зерна 14–16 % [15].

2.5 Характеристика досліджуваних ліній-батьківських компонентів та гібридів кукурудзи

Досліди проводились на селекційному матеріалі власної селекції.

Лінія – батьківський компонент ОР26А (ФАО 240). Свідоцтво про

державну реєстрацію сорту рослин № 221052. **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909009 від 14.01.2021. Господарські та біологічні характеристики: середньоранній (ФАО 240). Рослина середньоросла (210–215 см). Качан формується рівномірно на висоті 95–100 см, середніх розмірів 180–200 г. Стійкий до загущення. Тривалість періоду від сходів до цвітіння – 52–54 дні.

Лінія – батьківський компонент АВ20Б (ФАО 260). Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221054. **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909011 від 14.01.2021. Тривалість періоду від сходів до цвітіння волоті – 55–60 днів. Стійкий до стеблового полягання, ураження пухирчастою та летючою сажкою. Рослина середньопотужна (висота до 210 см), качан середніх розмірів, закладається рівномірно на висоті 75–80 см.

Лінія – батьківський компонент АВ30Б (ФАО 320). Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221053. **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909010 від 14.01.2021. Рослина середньопотужна (висота до 215 см), качан середніх розмірів, закладається рівномірно на висоті 80–85 см. Тривалість періоду від сходів до викидання волоті 54–56 днів. Стійкий до загущення посіву й стеблового полягання.

Лінія – батьківський компонент ОР28А (ФАО 260). Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221055. **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909012 від 14.01.2021. Рослина високоросла (230–250 см). Стійкість до полягання, пухирчастої та летючої сажок – добра. Качан формується на висоті 85–90 см, середніх розмірів. Тривалість періоду від сходів до викидання волоті 58–60 днів.

Лінія – батьківський компонент ОР32А (ФАО 320). Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221051. **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909008 від 14.01.2021. Рослина середньопотужна (висота до 220 см), качан середніх розмірів, закладається

рівномірно на висоті 85–90 см. Тривалість періоду від сходів до викидання волоті 58–60 днів.

Гібрид Зедан 26. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221030. **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21009008 від 14.01.2021. Простий міжлінійний середньоранній гібрид (ФАО 240). Напрямок використання – зерно. Гібрид характеризується інтенсивною вологовіддачею зерном і добре реагує на покращання умов вирощування, має добру стійкість до кореневого та стеблового вилягання, відрізняється доброю стійкістю до посухи та жару. Гібрид занесений до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні з 2022 року.

Гібрид Зедан 28. Простий міжлінійний середньоранній гібрид (ФАО 260). Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221029. **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21009007 від 14.01.2021. Напрямок використання – зерно. Гібрид характеризується інтенсивною вологовіддачею зерном і добре реагує на покращання умов вирощування, має добру стійкість до вилягання і враження головними хворобами та шкідниками, стійкий до посухи та жару. Гібрид занесений до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні з 2022 р.

Гібрид Зедан 32. Простий міжлінійний середньостиглий гібрид (ФАО 320). Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221028. **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21009006 від 14.01.2021.

Напрямок використання – зерно. Гібрид ремонтантного типу, стійкий до вилягання, ламкості стебла, ураження фузаріозними гнилями, пухирчастою і летючою сажкою. Гібрид занесений до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні з 2022 р. [16, 17].

Висновки до розділу 2

Аналіз наведених даних дає можливість зробити висновок, що ґрунтово-кліматичні умови Центрального Лісостепу України повністю відповідають біологічним потребам та особливостям кукурудзи.

Узагальнюючи погодно-кліматичні умови 2019–2021 рр. можливо зробити висновок, що умови під час сівби та весняно-літньої вегетації рослин кукурудзи загалом були сприятливими для отримання дружніх сходів, нормального росту та розвитку рослин, в весняний та літній періоди вегетації рослини кукурудзи були забезпечені тепловими ресурсами, що суттєво впливало на структурні показники продуктивності та урожай рослин. У цілому, погодні умови в роки проведення досліджень є типовими для Полтавської області.

Польові досліді проводили впродовж 2019–2021 рр. в сільськогосподарському виробничому кооперативі «ПЕРЕМОГА» (с. Клепачі, Хорольський р-н, Полтавська обл.) в агроекологічній зоні Центральний Лісостеп України.

Агротехніка вирощування культури загальноприйнята для Центрального Лісостепу України. Досліджено проведено на власному селекційному матеріалі

У досліді висівали лінії-батьківські компоненти та гібриди кукурудзи власної селекції ОР26А (ФАО 240), АВ20Б (ФАО 260), АВ30Б (ФАО 320), ОР28А (ФАО 260), ОР32А (ФАО 320). Гібрид Зедан 26 (ФАО 240), Гібрид Зедан 28 (ФАО 260), Гібрид Зедан 32 (ФАО 320).

Умови проведення досліджень та застосування комплексу технологічних прийомів вирощування рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості були виконані згідно методичних рекомендацій по вирощуванню кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України.

Список використаних джерел у розділі 2:

1. Присяжнюк М. В., Мельник С. І., Жилкін В. А. [та ін.]. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. К.: Мінагрополітики, Центрдержродючість, НААНУ, ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського, НУБіП. 2010. 113 с.
2. Моніторинг комплексної оцінки родючості ґрунтів Полтавської області 1971–2005 рр. / За ред. Т. О. Грінченка. Х., 2008. 185 с.
3. Греков В. О., Панасенко В. М. Стан родючості ґрунтів України за даними VIII туру агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. К.: Мінагрополітики, Центрдержродючість. 2009. 48 с.
4. Географія Полтавщини – клімат. *web.archive.org*. <https://web.archive.org/web/20120401005402/http://geo.pnpu.edu.ua/climate.php>.
5. Полтавщина. Атмосферні явища. *geomap.land.kiev.ua*. <https://web.archive.org/web/20120401005402/http://geo.pnpu.edu.ua/climate.php>.
6. Резюме звіту Світового Банку українською мовою <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/3-Rezyume-zvitu-Svitovogo-Banku-ukrayinskoju-movoyu.pdf>.
7. Український гідрометерологічний центр. Полтавська область. <https://www.meteo.gov.ua>.
8. Паламарчук В. Д., Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Характеристика основних елементів технології вирощування зернової кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. №3. С. 57-64.
9. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових на відмінність, однорідність і стабільність. Український інститут експертизи сортів рослин; ред. Ткачик С. О.; укл. Костенко Н. П., Гринів С. М. та ін. 2-ге вид., випр. і доп. Вінниця, 2016. 164 с.
10. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ: ІЗГ УААН, 2008. 27 с.
11. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С.

В Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 381 с.

12. 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.

13. Мошенський С. З., Олійник О. В. Економічний аналіз: підручник для студентів економічних спеціальностей ВНЗ; за ред. д.е.н., проф., заслуженого діяча науки і техніки України Ф. Ф. Бутинця. 2-ге вид., доп. і перероб. Житомир: Рута, 2007. 704 с.,

14. Вожегова Р. А., Димов О. М., Грановська Л. М., Бояркіна Л. В., Вердиш М. В. Нормативи матеріально-технічних витрат при вирощуванні основних сільськогосподарських культур на зрошуваних і неполивних землях із використанням інноваційних елементів технологій: науково-методичне видання. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 64 с.

15. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Морозов О. В., Біднина І. О. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти: колективна монографія. Харків: Стильна типографія, 2018. 364 с.

16. Державний реєстр сортів рослин придатних до поширення в Україні. <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>

17. Бюлетень «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. Міністерство аграрної політики і продовольства України. https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf.

РОЗДІЛ 3

БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ЛІНІЙ-БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ

Відомо, що із морфологічних ознак кукурудзи на придатність до механізованого збирання впливають: висота рослин та висота прикріплення качанів [1]. Для механізованого вирощування та збирання гібридів кукурудзи найбільш важливе значення має висота кріплення качанів. Ця ознака визначається біологічними особливостями рослин та умовами їх вирощування. При застосуванні механізованого збирання кукурудзи важливо, щоб качани закладалися рівномірно на оптимальній висоті, тому що як і низька висота прикріплення качанів (30–50 см) призводить до значних втрати зерна за механізованого збирання (15–20 % і більше), так і високе закладання качанів (вище 110 см) є не бажаним, через збільшення затрат на збирання [2, 3]. Згідно з дослідженнями ряду авторів, висота прикріплення качанів є генетично детермінованою, на яку суттєво впливають елементи агротехніки і умови доквілля. Даними літературних джерел встановлено, що висота прикріплення качанів знаходиться в тісній позитивній кореляційній залежності від висоти рослин [4, 5]. Висота рослин та кріплення качанів кукурудзи є невід’ємними ознаками біологічних особливостей гібридів і завжди знаходяться у визначених пропорціях з іншими морфологічними особливостями, що притаманні певній групі стиглості гібридів. Вони є одним з визначальних показників реакції рослин на умови вирощування [6]. Дані ознаки впливають на якість збирання, його швидкість і енерговитрати та показники якості зерна та насіння [7, 8].

3.1 Біометричні показники ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи

Дослідили особливості формування біометричних та фотосинтетичних показників ліній-батьківських компонентів та інноваційних гібридів кукурудзи залежно від генотипу, щільності ценозу та визначити кореляційно-регресійні залежності даних ознак.

Формування висоти рослин ліній – батьківських форм гібридів кукурудзи, залежно від генотипу лінії та густоти рослин, має вагоме утилітарне значення у поєднанні з урожайністю насіння та визначенні оптимальних біометричних параметрів ліній кукурудзи за окремими групами ФАО.

Аналіз отриманих даних свідчить, що висота рослин ліній – батьківських форм гібридів кукурудзи змінювалась залежно від генотипу батьківських форм і густоти рослин (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Висота рослин ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи у фазу цвітіння залежно від факторів досліду, см (середнє за 2019–2021 рр.)

Лінія – батьківський компонент (фактор А)	Густота рослин тис. рослин / га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
ОР26А (ФАО 240)	169,5	171,4	174,6	178,6	173,5
АВ20Б (ФАО 260)	172,3	175,9	181,2	183,4	178,2
ОР28А (ФАО 260)	173,2	174,9	186,5	189,7	186,1
ОР32А (ФАО 320)	183,6	189,9	191,4	193,4	189,6
АВ30Б (ФАО 320)	185,4	189,6	191,3	194,4	190,2
Середнє за фактором В	178,8	182,3	185,0	187,9	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , см	А=1,5; В=1,2				

Дослідженнями встановлено, що найбільш інтенсивні лінійні ростові процеси рослин кукурудзи відбувалися до фази цвітіння качанів. Показник висоти рослин ліній – батьківських компонентів кукурудзи різних груп стиглості коливався у фазу цвітіння качанів від 169,5 до 194,4 см.

Група стиглості батьківських форм кукурудзи впливала на висоту

рослин на різних етапах їх росту та розвитку. Середньорання лінія ОР26А (ФАО 240) мала мінімальну висоту – в середньому за дослідом 173,5 см, а середньостиглі лінії ОР32А, АВ30Б (ФАО 320) мали максимальну висоту рослин – в середньому 189,6 і 190,2 см відповідно.

Висота рослин змінювалася залежно від густоти рослин. Висота стебла у рослин батьківського компоненту ОР26А (ФАО 240) збільшувалась на 5,4% за збільшення густоти від 70 до 100 тис. рослин / га, у лінії АВ20Б (ФАО 260) збільшувалась на 6,1%, лінії ОР28А (ФАО 260) – на 8,7%, лінії ОР32А (ФАО 320) – на 5,1%, лінії АВ30Б (ФАО 320) – на 4,7%.

Отримані дані дали можливість виявити ряд особливостей реакції ліній кукурудзи на щільність стеблостою. Найвищими були рослини у період цвітіння у варіантах з максимальним рівнем загущення. Зменшення щільності стеблостою призводило до зменшення висоти стебла. Подібна ситуацію простежувалася у всіх ліній. Лінійний приріст у загущених варіантах збільшувався внаслідок загострення конкурентних відносин між рослинами в агроценозі.

Залежності висоти рослин ліній кукурудзи та урожайності насіння носили переважно криволінійний характер (рис. 3.1).

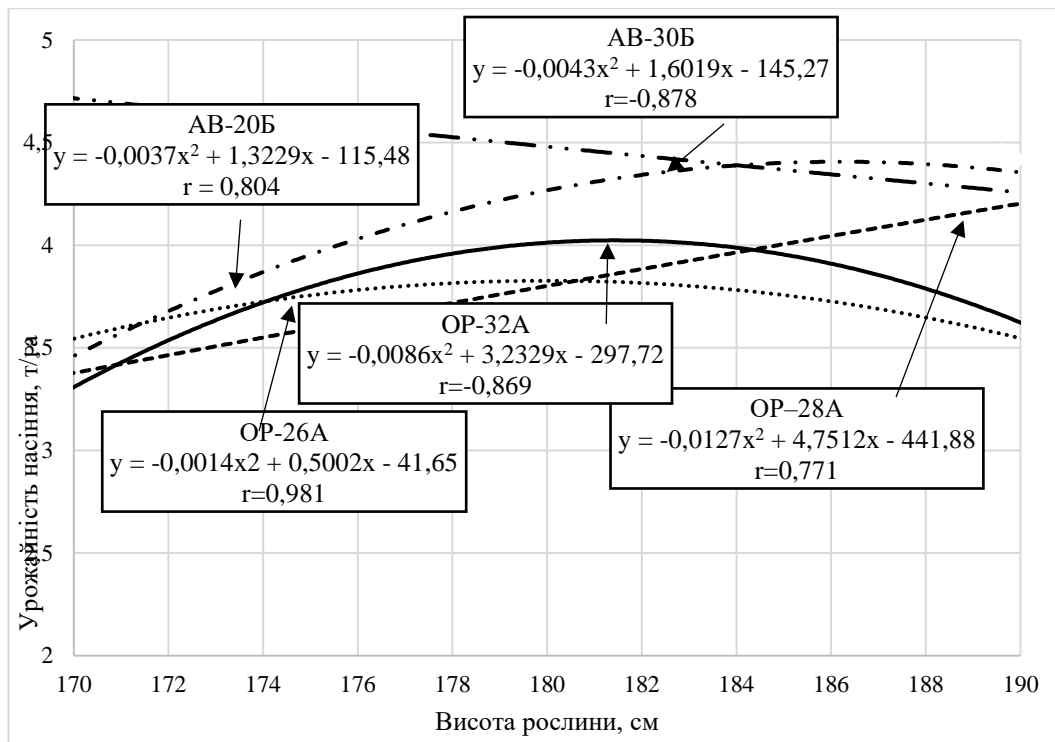


Рис. 3.1 Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та висоти рослин за різних густот

Для кожної лінії існував індивідуальний оптимум висоти рослин, що забезпечував найвищий рівень урожайності насіння. Так, для ліній АВ30Б і ОР28А оптимальні параметри висоти рослин знаходились в межах 185–190 см, що може забезпечувати урожайність насіння на рівні 4–4,5 т/га. Для ліній ОР32А і ОР26А оптимальна висота рослин була в межах 175–185 см. Характерним є те, що такий оптимум не пов'язаний з групою стиглості ліній, а є результатом генотип-середовищної реакції на агротехнічні заходи.

Можливість технологічними заходами регулювати висоту рослин ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи надає певні важелі регулювання урожайності насіння у більшості досліджуваних інбредних ліній – батьківський компонентів.

Одним із показників технологічності батьківських компонентів є висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана, оскільки його низьке розташування призводить до значних втрат за комбайнового збирання. Висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана змінювалась у досить

широких межах – від 66,8 до 97,5 см. Найвище він розташовувався у середньостиглої лінії АВ30Б (ФАО 320) (в середньому на рівні 95,3 см), а найнижче – у середньоранньої лінії ОР26А (в середньому 69,1 см) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана ліній –
батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від факторів
дослідів, см (середнє за 2019–2021 рр.)**

Лінія – батьківський компонент (фактор А)	Густота рослин тис. рослин / га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
ОР26А (ФАО 240)	66,8	68,3	69,4	71,9	69,1
АВ20Б (ФАО 260)	69,8	70,5	71,1	74,3	71,4
ОР28А (ФАО 260)	75,5	76,4	77,7	81,6	77,8
ОР32А (ФАО 320)	92,6	94,3	93,8	94,5	93,8
АВ30Б (ФАО 320)	93,7	94,5	95,4	97,5	95,3
Середнє за фактором В	79,7	80,8	81,5	84,2	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , см	А=1,7; В=1,3				

Для з'ясування кореляційно-регресійної залежності висоти кріплення качана та урожайності під впливом щільності ценозу посіву інцухт ліній були розраховані рівняння регресії та побудовані графічні конструкції (рис. 3.2).

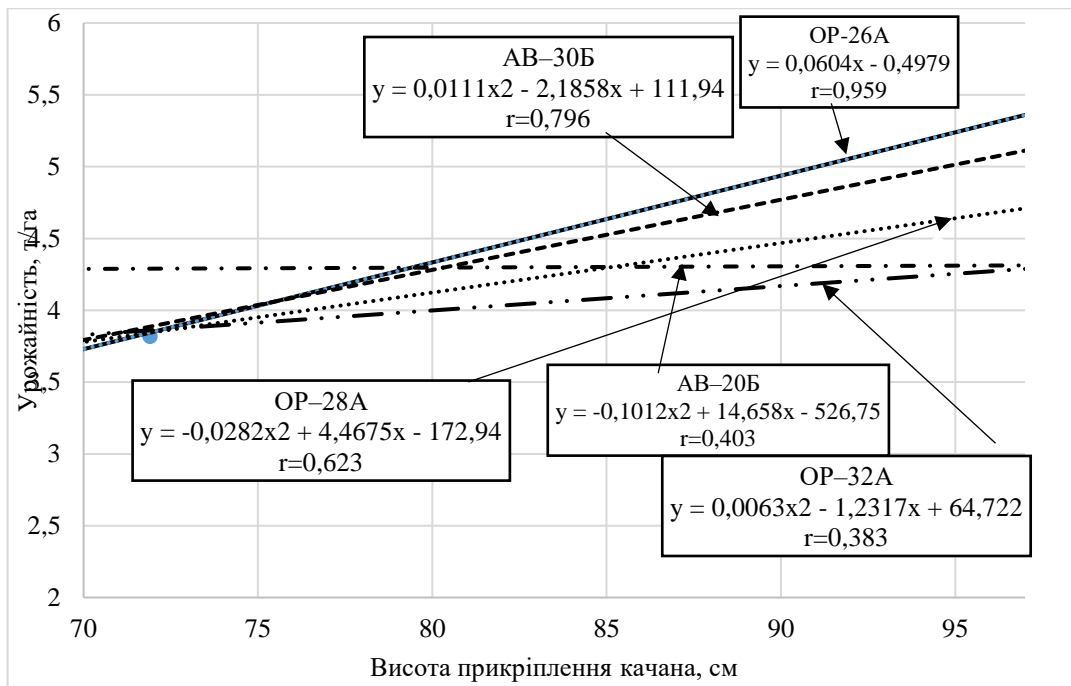


Рис. 3.2 Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння ліній - батьківських компонентів та висоти прикріплення верхнього (продуктивного) качана за різних густот

Достатньо високий коефіцієнт кореляції між висотою прикріплення верхнього (продуктивного) качана й урожайністю ($r = 0,383...959$) вказує на можливість візуального проведення попередніх доборів на підвищення продуктивності за прикріплення верхнього (продуктивного) качана.

Слід відмітити, що лінії АВ30Б та ОР26А показали найбільшу потенційну урожайність кондиційного насіння з підвищенням рівня розташування продуктивного (верхнього) качана. Потенційна урожайність цих ліній може сягати понад 5 т насіння/ га. Підвищення урожайності з 3,5 т насіння з гектару до 5,5 т/га можливе за регулювання щільності ценозу рослин в посіві агротехнічними заходами і інформативною ознакою такої продуктивності може бути висота розташування верхнього (продуктивного) качана.

Лінії АВ20Б та ОР32А показали високу стабільність прояву урожайності насіння за широкої амплітуди мінливості висоти кріплення продуктивного

качана (див. рис. 3.2). Урожайність насіння у цих ліній варіювала в діапазоні 3,7 – 4,3 т/га насіння за амплітуди мінливості висоти кріплення качана від 70 см до 95 см. Тому, у цих ліній сполучена мінливість висоти кріплення качана та урожайності насіння не може бути індикатором високої продуктивності інбредних ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи.

Можливість технологічними заходами регулювати висоту кріплення качана надає певні важелі регулювання урожайності насіння у більшості досліджуваних ліній – батьківський компонентів інноваційних вітчизняних гібридів кукурудзи в агроекологічній зоні Лісостепу України.

Лінії – батьківські компоненти АБ20Б, ОР28А та ОР32А проявили значно меншу мінливість порівняно з попередньо розглянутими лініями АВ30Б та ОР26А. Це може бути наслідком їх пластичності прояву урожайності насіння за змін технологічних прийомів щодо формування щільності ценозу рослин в посіві та як наслідок – меншої генотипової інтенсивності.

Завдяки кореляційно-регресійним моделям залежності урожайності кондиційного насіння та висоти кріплення верхнього (продуктивного) качана є можливість розраховувати потенційну (прогнозу) урожайність насіння інбредних ліній на ділянках гібридизації та розмноження. Проте, не у всіх інбредних ліній рівняння регресії урожайності насіння та висоти кріплення качана можуть давати достовірні прогнози.

Підсумовуючи, можна констатувати, що ріст і розвиток рослин батьківських компонентів кукурудзи впродовж періоду вегетації за різних густот стояння рослин на одиниці площі у різних груп стиглості проходив диференційовано з особливостями формування габітусу рослин та репродуктивних органів волоті та качана.

Група стиглості батьківських форм кукурудзи впливала на висоту рослин на різних етапах їх росту та розвитку. Середньорання лінія ОР26А (ФАО 240) мала мінімальну висоту – в середньому за дослідом 173,5 см, а середньостиглі лінії ОР32А, АВ30Б (ФАО 320) мали максимальну висоту

рослин – в середньому 189,6 і 190,2 см відповідно. Висота рослин збільшувалася за збільшення густоти рослин, хоча залежності висоти рослин ліній кукурудзи та урожайності насіння носили переважно криволінійний характер. Для кожної лінії існував індивідуальний оптимум висоти рослин, що забезпечував найвищий рівень урожайності насіння і є результатом генотип-середовищної реакції на агротехнічні заходи [8].

3.2 Біометричні показники гібридів кукурудзи

Висота рослин є одним з вагомих біометричних показників росту і розвитку рослини гібридів кукурудзи. Залежно від агротехнологічних прийомів та погодно-кліматичних умов вирощування даний показник може суттєво змінюватись. У проведених дослідженнях вона значною мірою залежала як від генотипу гібриду, так і від густоти стояння рослин (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Висота рослин гібридів кукурудзи різних груп ФАО у фазу цвітіння залежно від факторів досліду, см (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібрид кукурудзи (фактор А)	Густота рослин кукурудзи тис. росл./ га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
Зедан 26 (ФАО 240)	245,1	251,8	253,6	254,9	251,4
Зедан 28 (ФАО 260)	266,3	267,5	272,7	273,9	270,1
Зедан 32 (ФАО 320)	276,9	279,6	287,6	288,4	283,1
Середнє за фактором В	256,1	259,6	264,6	265,7	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , см	А = 12,9; В = 8,8				

Генотип гібриду впливав на висоту рослин, найбільші значення якої у середньому становили 283,1 см у середньостиглого гібриду Зедан 32 (ФАО 320). Найменша висота була у середньораннього гібриду Зедан 26 (ФАО 240) і дорівнювала 245,4 см. Це пов'язано як з тривалістю вегетації, так і

морфологічними особливостями габітусу гібридів. Збільшення висоти рослин від загушення ценозу з 70 до 100 тис. росл. / га склало 11,5 см, або 4,2%. Максимальна висота рослин 288,4 см спостерігалась у гібриду Зедан 32 (ФАО 320) за густоти 100 тис. рослин / га.

Важливим елементом детального аналізу факторного аналізу впливу окремих морфологічних ознак інноваційних гібридів на урожайність кондиційної зернової продукції є побудова кореляційно-регресійних моделей сполученої флуктуації цих ознак за різних технологічних заходів вирощування в визначених агроекологічних зонах. Нами були визначені такі кореляції та побудовані кореляційно-регресійні графічні схеми.

Графічні залежності висоти рослин інноваційних гібридів кукурудзи та урожайності стиглого зерна носили різновекторний характер (рис. 3.3).

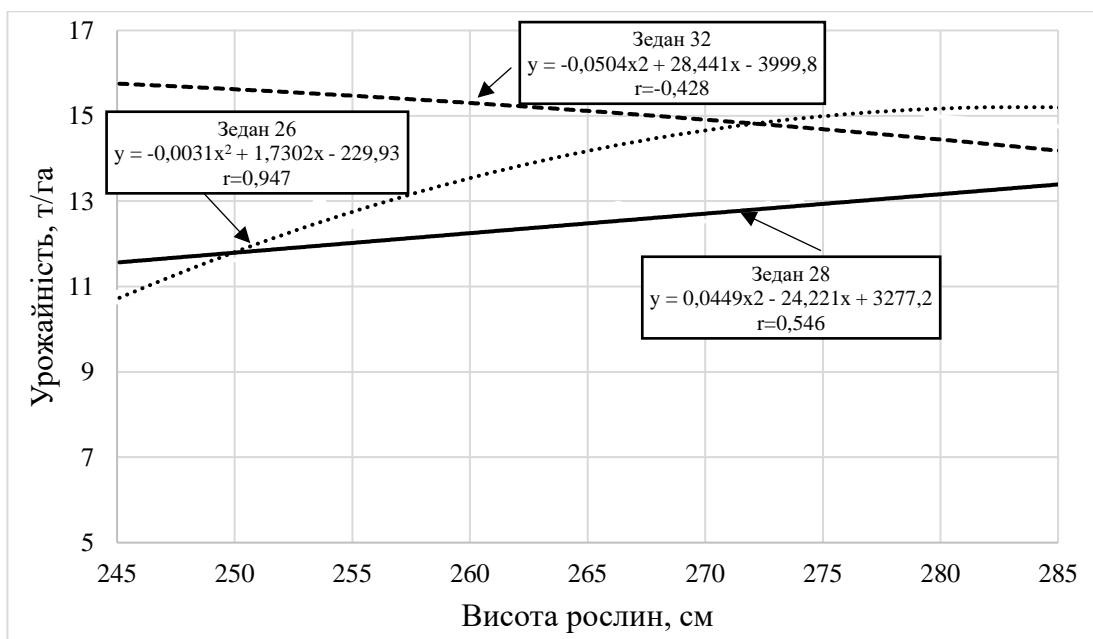


Рис.3.3 Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності зерна гібридів та висоти рослини за різних густот

Для кожного генотипу гібриду різної групи ФАО існував індивідуальний коефіцієнт кореляції та рівняння регресії за умов мінливості щільності ценозу рослин. Висота рослин, що забезпечувала найвищий рівень урожайності насіння у гібриду Зедан 26 знаходилась в межах 275-285 см. Коефіцієнт

кореляції був на достатньо високому рівні, що вказує на можливу синхронну мінливість висоти рослин гібриду Зедан 26 і урожайності кондиційного зерна. Можливість створювати умови агротехнічними заходами (густота рослин в ценозі) може надавати фактори впливу і на урожайність зернової продукції.

Інноваційний гібрид Зедан 28 також мав достатньо високу кореляцію висоти рослин гібриду з зерновою продуктивністю. Коефіцієнт кореляції був значно меншим (див. рис. 3.3), проте зростання урожайності паралельно з підвищенням лінійних розмірів рослин свідчить про можливість регулювання потенційної продуктивності гібриду рівнем щільності ценозу рослин в популяції посіву.

Характерною особливістю цих новостворених гібридів кукурудзи є те, що вони належать до середньоранньої групи ФАО. Гібриди цієї групи стиглості та відповідного генотипового складу мають специфічну особливість витримувати високу щільність рослин в посіві, що підвищує лінійно розміри рослин завдяки внутрішньо-сортовим конкурентним відносинам. Така реакція рослин таких генотипів призводить до зменшення індивідуальної продуктивності рослин, збільшенню висоти рослин та забезпеченню більшої продуктивності ценозу в загущених посівах завдяки підвищенню коефіцієнту використання ФАР.

Це свідчить про те, що сучасні інноваційні гібриди кукурудзи мають індивідуальну реакцію на підвищення внутрішньо сортової конкуренції і вектор відповіді реакції може бути спрямований як на підвищення продуктивності, так і на її зменшення за підвищення щільності ценозу рослин в посіві.

Середньостиглий гібрид кукурудзи інтенсивного типу Зедан 32 з ФАО 320 мав іншу кореляційно-регресійну залежність урожайності зерна та висоти рослин за мінливості щільності ценозу посіву (див. рис. 3.3). Генотип цього гібриду розрахований на використання оптимальної (розрахованої дослідженнями) густоти рослин в посіві. Надмірне загущення цього гібриду в

посіви призводить до падіння урожайності кондиційного зерна. Тому для гібридів інтенсивного типу з такими генотиповими особливостями необхідно індивідуально визначати оптимальну щільність ценозу для конкретної агроекологічної зони вирощування.

Висота кріплення верхнього (продуктивного) качана є важливим показником технологічності певного типу гібриду. Надмірне високе розташування (понад 130 см), так і надмірно низьке (менше 60-70 см) може призводити до механічних втрат при збиранні комбайном. Висота розташування верхнього качана також свідчить про сучасний рівень генотипу кукурудзи та його технологічність. Висота розташування верхнього качана є досить мінливим паратиповим показником, що залежить від агрокліматичних, погодних та технологічних умов вирощування. Його пов'язаність з рівнем продуктивності (урожайності) гібриду ставить за необхідність відстежування параметрів прояву цієї ознаки за впливу технологічних заходів.

В наших дослідженнях висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана гібридів змінювалась у досить широких межах – від 96,1 до 114,9 см. Найвище він розташовувався у гібриду Зедан 32 (ФАО 320) (в середньому на рівні 113,6 см), а найнижче – у гібриду Зедан 26 (в середньому 97,6 см) (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана гібридів кукурудзи залежно від факторів досліді, см (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота рослин тис. рослин / га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
Зедан 26 (ФАО 240)	96,1	96,5	98,1	99,6	97,6
Зедан 28 (ФАО 260)	107,3	108,6	109,2	110,1	108,8
Зедан 32 (ФАО 320)	111,2	113,5	114,7	114,9	113,6
Середнє за фактором В	107,5	108,5	109,7	110,5	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , см	А = 4,8; В = 3,5				

Мінімальною висотою прикріплення качана (продуктивного) характеризувався середньоранній гібрид кукурудзи Зедан 26 (ФАО 240). У середньому за три роки висота закладання качанів у середньоранніх гібридів кукурудзи Зедан 26 та Зедан 28 становила 97,6 і 108,8 см відповідно, а в середньостиглого гібриду Зедан 32 – 113,6 см, тобто збільшення тривалості вегетаційного періоду супроводжується більш високим рівнем закладання качанів.

Аналізуючи вплив густоти рослин на висоту закладання качанів у гібридів, необхідно вказати на тенденцію до збільшення висоти під час загущення посіву. Так, висота кріплення качанів за густоти 70 тис. рослин / га знаходилась у межах 96,1–111,2 см, за густоти 80 тис. рослин / га – 96,5–113,5 см, за густоти 90 тис. рослин / га – 98,1–114,7 см, за густоти 100 тис. рослин / га – 99,6–114,9 см. Середньостиглий гібрид кукурудзи Зедан 32 показав найбільше значення висоти закладання качанів на рослині за густоти 100 тис. рослин / га – 114,9 см.

Важливим завданням досліджень було встановлення кореляційної залежності висоти кріплення качана та урожайності зерна за впливу внутрішньо сортової конкуренції при різній щільності ценозу посіву. Нами були розраховані рівняння регресії, коефіцієнти кореляції та побудовані графічні схеми залежності урожайності зерна та висоти кріплення качана (продуктивного) при варіаціях щільності ценозу рослин в посіві (рис. 3.4).

Лінії регресії гібридів Зедан 26 та Зедан 28 (ФАО 240 та 260) були майже прямолінійні, що свідчить про пряму залежність висоти кріплення качана і урожайності зерна у цих гібридів. Коефіцієнти кореляції знаходились на високому рівні ($r=0,758$ та $0,562$ відповідно), що вказує на необхідність підвищувати технологічними заходами рівень розташування продуктивного качана, що буде призводити і до підвищення урожайності зерна у цих гібридів. Підвищення висоти кріплення качана можливе технологічними заходами – підвищенням щільності рослин в ценозі посіву. Тому для гібридів такого типу

необхідна підвищена густина рослин, що призводить і до підвищеної урожайності. В наших дослідженнях не вдалося підвищити рівень розташування продуктивного качана у цих гібридів підвищенням щільності ценозу. Проте, екстраполяція ліній регресії за межі прояву ознаки 115 см свідчить про потенційну можливість іншими агротехнічними заходами підвищити висоту розташування продуктивного качана, що одночасно призведе і до підвищення урожайності кондиційного зерна гібридів кукурудзи такого генотипу.

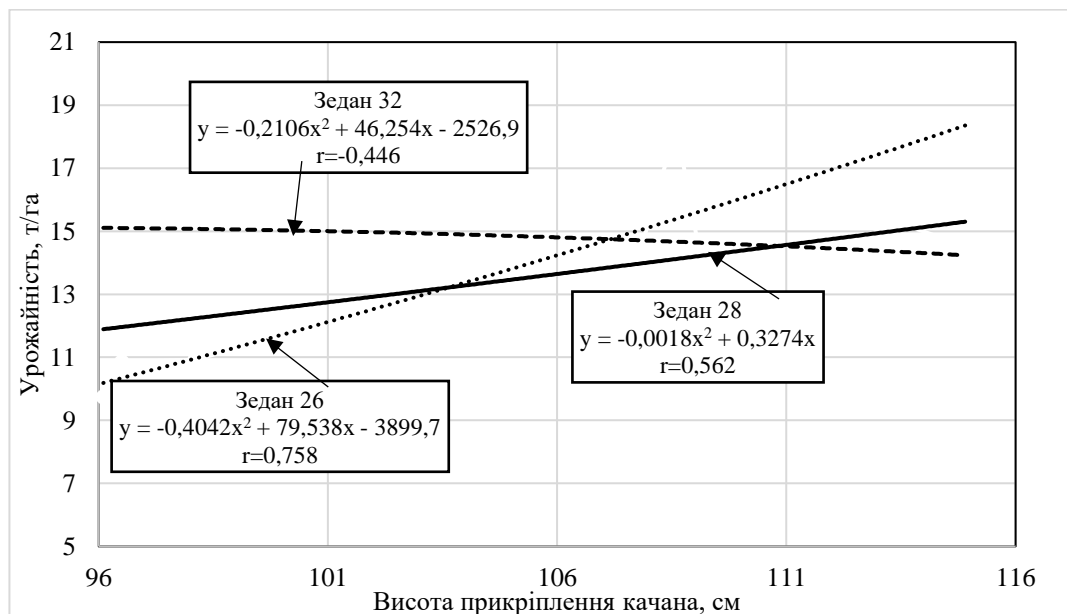


Рис. 3.4 Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності зерна гібридів та висоти прикріплення качана за різних густот

Середньостиглий інноваційний гібрид кукурудзи інтенсивного типу Зедан 32 з ФАО 320 мав іншу кореляційно-регресійну залежність урожайності зерна та висоти кріплення продуктивного качана за мінливості щільності ценозу посіву (див. рис. 3.4). Паратипова реакція цього гібриду розрахована на використання оптимальної (в певних параметрах) густоти росли в посіві. Надмірне загущення цього гібриду в посіві призводить до підвищення рівня розташування верхнього качана, проте і до падіння урожайності кондиційного зерна (на відміну від реакції попередньо розглянутих гібридів (Зедан 26 та

Зедан 28). Тому для гібридів інтенсивного типу з такими генотиповими особливостями та паратиповою реакцією необхідно індивідуально визначати оптимальну щільність ценозу для конкретної агроекологічної зони вирощування [9].

3.3 Індекс співвідношення висоти прикріплення верхнього качана та висоти рослин у ліній-батьківських компонентів та гібридів кукурудзи

Важливим інформаційним показником, що може характеризувати генотип гібриду кукурудзи, є «індекс співвідношення висоти прикріплення верхнього качана та висоти рослин». Цей показник (індекс) є складовою частиною сертифікації насіння за проведення сортового контролю (POSTcontrol для встановлення автентичності сорту (гібриду, лінії) з подальшому офіційним описом, за яким проведено державну реєстрацію [10].

Індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини є генетично зумовленою ознакою, що добре ідентифікує генотипи (гібриди, лінії) кукурудзи та може використовуватись для складання опису та характеристики нового матеріалу. В умовах Північного Степу (ДУ Інститут зернових культур, м. Дніпро) аналіз особливостей варіювання гібридів кукурудзи за 12 років досліджень показав, що діапазон мінливості знаходиться у межах 0,18–0,53, а модальним класом обраної вибірки є 0,30–0,40. Було показано, що формування рівня індексу співвідношення висоти кріплення качана до висоти рослин залежить від прояву першого показника, а на силу зв'язку з другим показником впливають модифікаційні фактори, час та інтенсивність яких зумовлюють його флуктуації за роками. Вказано, що у сучасній селекції сформоване різноманіття гібридів кукурудзи, рослини яких різняться за показником «індексу» та відповідають вимогам механізованого збирання [11].

Визначення цього показника у гібридів кукурудзи за різного

вологозабезпечення засвідчило, що у досліджуваних гібридів «індекс співвідношення висоти кріплення качана до висоти рослин» коливався в середньому від 0,420 до 0,583. Визначали коефіцієнти кореляції між урожайністю та індексом співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослини у зрошуваних та богарних умовах. В зрошуваних умовах Південного Степу максимальна урожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп ФАО спостерігалась за індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин від 0,475 до 0,480. Було встановлено, що не існує сильної прямолінійної залежності між цими показниками. В умовах природнього зволоження (богара) максимальна урожайність спостерігалася за індексом співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин від 0,42 до 0,45. Без поливу спостерігалася протилежна (від'ємна) залежність індексу та урожайності зерна порівняно з поливними умовами [12].

Враховуючи важливість цього показника для ідентифікації гібриду (лінії) та встановлену вище вказаними авторами на зв'язок «індексу співвідношення» з урожайністю зерна гібридів кукурудзи, нами були розраховані «індекси співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин» для ліній – батьківських компонентів гібридів та інноваційних гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин в умовах Центрального Лісостепу.

Було встановлено, що «індекс співвідношення» у ліній – батьківських компонентів гібридів в наших дослідженнях знаходились на значеннях 0,394 – 0,502 (табл. 3.5).

**Індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин
ліній – батьківських компонентів залежно від факторів досліду,
(середнє за 2019–2021 рр.)**

Лінія – батьківський компонент (фактор А)	Густина рослин тис. рослин / га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
ОР26А (ФАО 240)	0,394	0,398	0,397	0,403	0,398
АВ20Б (ФАО 260)	0,405	0,401	0,392	0,405	0,401
ОР28А (ФАО 260)	0,436	0,437	0,417	0,430	0,430
ОР32А (ФАО 320)	0,504	0,497	0,490	0,489	0,495
АВ30Б (ФАО 320)	0,505	0,498	0,499	0,502	0,501
Середнє за фактором В	0,449	0,446	0,439	0,446	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , см	А=0,021; В=0,011				

Найменшим індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин був у лінії ОР26А за густоти 70 тис. рослин/га – 0,394. З підвищенням густоти рослин в посіві індекс співвідношення поступово зростає і досягнув максимуму за густоти рослин 100 тис. рослин/га – 0,403. Аналогічно підвищувався індекс співвідношення і у інших самоzapилених ліній – батьківських компонентів зі збільшенням групи ФАО цих гібридів. Так, в середньому за фактором А (генотип лінії), індекс співвідношення зростає з показника 0,398 (лінія ОР26А з ФАО 240) до показника 0,501 у лінії АВ-30Б з ФАО 320. У ліній АВ20Б, ОР32А та лінії АВ30Б індекс співвідношення висоти кріплення качана та висоти рослин знаходився з мінімальними відхиленнями від середнього значення з максимальним значенням за густоти 70 тис. рослин/га. Аналізуючи дані показники індексу співвідношення можливо зробити висновок, що основним фактором впливу на індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин є генотип інбредної лінії. Зростання групи ФАО також призводить до підвищення індексу співвідношення.

Тому зробити висновок стосовно залежності індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин інцухт ліній від щільності ценозу рослин в посіві досить проблематично. Цей показник більше детермінується генотиповими особливостями батьківських компонентів гібриду і має високі можливості ідентифікації конкретного генотипу кукурудзи в системі встановлення автентичності лінії.

Більш цікавим, на наш погляд, було б розглянути кореляційно-регресійну сполучену мінливість індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин та урожайності насіння інбредних ліній. Така залежність цих ознак була простежена в дослідженнях М.О. Іваніва та Д.Е Репілевського у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за використання різних способів поливу, де було встановлено певні градації індексу співвідношення висоти кріплення качана до висоти рослин з проявом максимуму урожайності зерна [12]. Тому для з'ясування сполученої мінливості цих ознак ми побудували поліноміальні лінії тренду для батьківських компонентів гібридів (рис. 3.5).

Судячи з отриманих даних, достатньо висока додатна залежність індексу співвідношення висоти прикріплення качана та урожайності насіння спостерігалась тільки у ліній ОР26А та АБ20Б. Урожайність насіння цих ліній зростало зі збільшенням індексу. У ліній ОР26А, АБ20Б та ОР28А встановлена криволінійна залежність з від'ємними коефіцієнтами кореляції. Це свідчить про те, що агротехнічне регулювання щільності ценозу може впливати на прояв індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин та визначати рівень продуктивності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи.

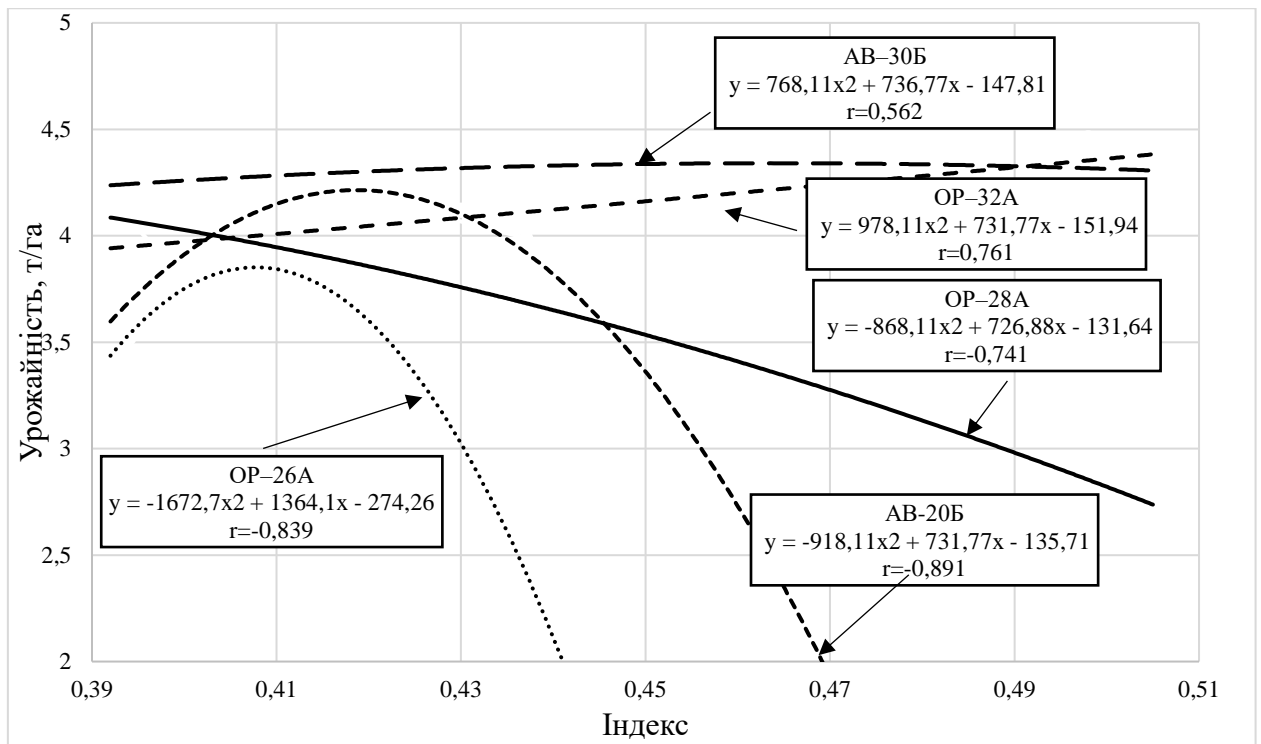


Рис. 3.5 Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння ліній та індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин за різних густот

З прагматичної точки зору доцільним є встановлення індексу співвідношення індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за зміни щільності ценозу посіву. Нами були розраховані індекси співвідношення для досліджуваних гібридів (табл. 3.6).

Було встановлено, що у досліджуваних гібридів індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин мінімально залежав від густоти рослин. Мінімальні розбіжності індексу співвідношення у гібридів за різної щільності ценозу свідчать про те, що у гібридів цей показник є більш стабільним і паратипова мінливість його мінімальною. Істотні відмінності індексу співвідношення встановлені у гібридів кукурудзи. Тому цей показник

має високі можливості ідентифікації конкретного генотипу кукурудзи в системі встановлення автентичності гібриду.

Таблиця 3.6

Індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин гібридів кукурудзи залежно від факторів дослідів, см (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібрид кукурудзи (фактор А)	Густина рослин кукурудзи тис. росл./ га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
Зедан 26 (ФАО 240)	0,392	0,383	0,387	0,391	0,388
Зедан 28 (ФАО 260)	0,403	0,406	0,400	0,402	0,403
Зедан 32 (ФАО 320)	0,402	0,406	0,399	0,398	0,401
Середнє за фактором В	0,420	0,418	0,415	0,416	0,417
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅	А = 0,012; В = 0,011				

Нами було розраховано кореляційно-регресійну сполучену мінливість індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин та урожайності кондиційного зерна досліджуваних гібридів. Для з'ясування сполученої мінливості цих ознак ми побудували поліноміальні лінії тренду для гібридів кукурудзи (рис. 3.6).

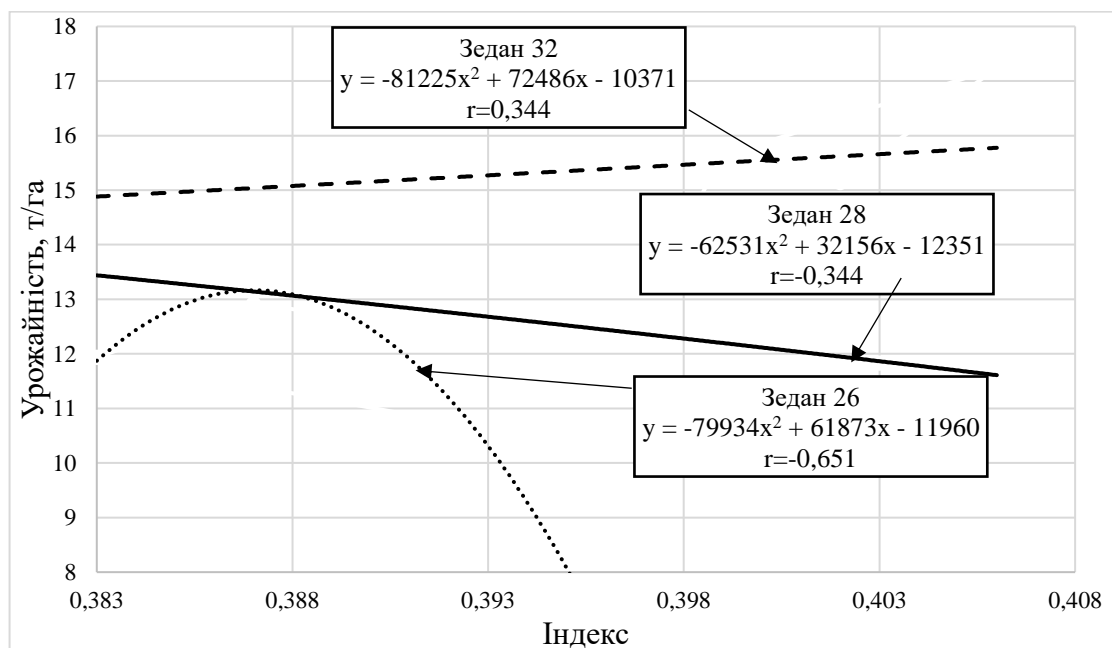


Рис. 3.6 Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності зерна гібридів та індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин за різних густот

Судячи з отриманих даних, достатньо висока додатна залежність індексу співвідношення висоти прикріплення качана та урожайності кондиційного зерна спостерігалась тільки у гібриду Зедан 32. Урожайність зерна цього гібрида зростало зі збільшенням індексу до 0,408. У гібридів Зедан 26 встановлена криволінійна залежність з від'ємними коефіцієнтами кореляції та певними параметрами індексу співвідношення, що детермінує прояв максимальної урожайності зерна у цього гібрида. У гібрида Зедан 28 зафіксована майже прямолінійна від'ємна залежність індексу співвідношення висоти прикріплення качана та урожайності зерна. Це свідчить про те, що агротехнічним регулюванням щільності ценозу з мінімальною дієвістю можливо впливати на прояв індексу співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин. Цей показник може бути індикатором визначення рівень продуктивності для окремих гібридів кукурудзи при проведенні прогносної оцінки селекційного гібридного матеріалу.

Висновки до розділу 3

1. Доведено, висота рослини, висота прикріплення верхнього (продуктивного) качана залежали від досліджуваних факторів – генотипу ліній та гібриду, та щільності ценозу.
2. Встановлено, що найбільш інтенсивні лінійні ростові процеси рослин кукурудзи відбувалися до фази цвітіння качанів. Показник висоти рослин ліній – батьківських компонентів кукурудзи різних груп стиглості коливався у фазу цвітіння качанів від 169,5 до 194,4 см.
3. Для кожної лінії існував індивідуальний оптимум висоти рослин, що забезпечував найвищий рівень урожайності насіння. Так, для ліній АВ30Б і ОР28А оптимальні параметри висоти рослин знаходились в межах 185–190 см, що може забезпечувати урожайність насіння на рівні 4–4,5 т/га. Для ліній ОР32А і ОР26А оптимальна висота рослин

була в межах 175–185 см. Характерним є те, що такий оптимум не пов'язаний з групою стиглості ліній, а є результатом генотип-середовищної реакції на агротехнічні заходи.

4. Достатньо високий коефіцієнт кореляції між висотою прикріплення верхнього (продуктивного) качана й урожайністю ($r = 0,383\dots959$) вказує на можливість візуального проведення попередніх доборів на підвищення продуктивності за прикріплення верхнього (продуктивного) качана.
5. Можливість технологічними заходами регулювати висоту кріплення качана надає певні важелі регулювання урожайності насіння у більшості досліджуваних ліній – батьківський компонентів інноваційних вітчизняних гібридів кукурудзи в агроекологічній зоні Лісостепу.
6. Сучасні інноваційні гібриди кукурудзи мають індивідуальну реакцію на підвищення внутрішньої сортової конкуренції і вектор відповіді реакції може бути спрямований як на підвищення продуктивності, так і на її зменшення за підвищення щільності ценозу рослин в посіві.
7. Основним фактором впливу на індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин є генотип інбредної лінії. Зростання групи ФАО також призводить до підвищення індексу співвідношення.
8. Достатньо висока додатна залежність індексу співвідношення висоти прикріплення качана та урожайності насіння спостерігалась тільки у ліній ОР26А та АБ20Б. Урожайність насіння цих ліній зростало зі збільшенням індексу. У ліній ОР26А, АБ20Б та ОР28А встановлена криволінійна залежність з від'ємними коефіцієнтами кореляції. Це свідчить про те, що агротехнічне регулювання щільності ценозу може впливати на прояв індексу співвідношення висоти прикріплення

качана до висоти рослин та визначати рівень продуктивності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи.

9. У досліджуваних гібридів індекс співвідношення висоти прикріплення качана до висоти рослин мінімально залежав від густоти рослин. Мінімальні розбіжності індексу співвідношення у гібридів за різної щільності ценозу свідчать про те, що у гібридів цей показник є більш стабільним і паратипова мінливість його мінімальною. Істотні відмінності індексу співвідношення встановлені у гібридів кукурудзи. Тому цей показник має високі можливості ідентифікації конкретного генотипу кукурудзи в системі встановлення автентичності гібриду.

За матеріалами розділу опубліковано дві наукових праці [8, 9].

Список використаних джерел у розділі 3:

1. Mason S., Kmail Z., Galusha T., Jukić Ž. Path analysis of drought tolerant maize hybrid yield and yield components across planting dates. *Journal of Central European Agriculture*. 2019. Vol. 20, Iss. 1. P. 194–207. doi.org//10.5513/JCEA01/20.1.2106.
2. Pacific Seeds (2008/2009) Hybrid corn agronomy guide 2008/09, Pacific Seeds Pty Ltd, p. 24.
3. Widderick M., Meulen A van der., Churchett J., McLean A. Weed issues and action items. GRDC Update Papers 31 July. 2015. P. 35–36.
4. Савчук М. В., Лісовий М. М., Таран О. П., Чеченева Т. М., Стародуб М. Ф. Вплив передпосівної обробки нанокмползитами на фотосинтетичний апарат гібрида кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2018. №5(782). С. 32–35. doi.org/10.31073/agrovisnyk201805-05.
5. Lavrynenko Yu. O., Hozh O. A., Vozhegova R. A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth

stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. Vol. 1. P. 55–60. <https://doi.org/10.15407/agrisp3.01.055>.

6. Vozhegova R. A., Lavrynenko Yu. O., Hlushko T. V. Productivity of maize hybrids of different FAO groups depending on condition of irrigation and dosage of fertilizers in the southern steppe of Ukraine. *Agric. Sci. Pract.* 2014. Vol. 1(3). P. 62–68. doi: 10.15407/agrisp1.03.062.

7. Присяжнюк Л. М., Шовгун О. О., Король Л. В., Коровко І. І. Оцінка показників стабільності й пластичності нових гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) в умовах Полісся та Степу України. *Plant Var. Stud. Prot.* 2016. № 2. С. 16–21. [https://doi.org/10.21498/2518-1017.2\(31\).2016.70050](https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(31).2016.70050).

8. Скакун В. М., Марченко Т. Ю. Реакція генотипів ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи на різну щільність ценозу. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С.105–113. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.15>.

9. Marchenko Tetiana, Skakun Vadim, Lavrynenko Yurii, Zavalnyuk Oleksandr, Skakun Yehor. Biometric indicators and yield of corn hybrids depending on elements of agrotechnology. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 11. P. 90–99. <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.90>.

10. Методика проведення ділянкового (POST-control) і лабораторного сортового контролю / Держвет-фітослужба УІЕСР Київ, 2012. 33 с.

11. Черчель В.Ю., Марочко В.А., Таганцова М.М. Обґрунтування індексу співвідношення висоти прикріплення верхнього качана до висоти рослини гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 2(23). С. 37–39. [https://doi.org/10.21498/2518-1017.2\(23\).2014.56127](https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127).

12. Іванів М.О., Репілевський Д.Е. Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів поливу. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 118. С. 94–104. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.11>.

РОЗДІЛ 4

ОСОБЛИВОСТІ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛІНІЙ – БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Архітектоніка рослини є важливим фактором, що визначає врожайність багатьох культур в результаті міжрослинної конкуренції за розподіл і поглинання світла, особливо в щільній популяції [1]. Процес фотосинтезу у багатьох гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.) покращується, коли індекс площі листя збільшується, доки не досягне приблизно 4, але погіршується з подальшим збільшенням індексу [2]. Відповідно урожайність зерна кукурудзи зі збільшенням густоти рослин спочатку зростає, а потім зменшується. Сучасні гібриди кукурудзи, які мають прямостоячі листки над качаном і горизонтально розміщені листки під качаном, витримують високу густоту рослин, тому дають кращий урожай [3]. Ці сорти отримали широке визнання через вищу врожайність, але вона виявилась нижчою, ніж очікувалося у деяких регіонах, де сонячне випромінювання обмежене, особливо в критичні періоди, такі як періоди цвітіння або наливу зерна. Зменшення сонячної радіації може уповільнити подовження міжвузлів [4], зменшити фотосинтез листя та призвести до поганого зав'язування зерна кукурудзи [5]. Архітектоніка рослини впливає на фотосинтез в листках та врожайність зерна [6–8]. Таким чином, оптимізація густоти рослин може бути методом підвищення врожайності кукурудзи.

4.1 Фотосинтетичні показники ліній – батьківських компонентів інноваційних гібридів кукурудзи

Встановлені особливості фотосинтетичної діяльності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від генотипу, групи

стиглості, щільності ценозу та кореляційно-регресійні залежності.

Площа листової поверхні посіву була досить мінливою і значною мірою залежала від досліджуваних чинників (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Площа асиміляційної поверхні однієї рослини ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи у фазу цвітіння залежно від факторів досліду, м²/рослину (середнє за 2019–2021 рр.)

Лінія – батьківський компонент (фактор А)	Густота рослин, тис./га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
ОР26А (ФАО 240)	0,349	0,339	0,331	0,325	0,336
АВ20Б (ФАО 260)	0,409	0,394	0,386	0,378	0,392
ОР28А (ФАО 260)	0,463	0,442	0,432	0,421	0,440
ОР32А (ФАО 320)	0,471	0,452	0,438	0,431	0,448
АВ30Б (ФАО 320)	0,499	0,474	0,461	0,458	0,473
Середнє за фактором В	0,438	0,420	0,410	0,403	0,418
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , м ² /рослину	А=0,031; В=0,028				

Генотип лінії впливав на площу листової поверхні. Найбільша площа листків у рослин кукурудзи у середньому становила 0,473 м²/рослину у середньостиглої лінії АВ30Б (ФАО 320), найменша площа була у лінії ОР26А (ФАО 240) і дорівнювала 0,336 м²/рослину. Це можливо пов'язано як з тривалістю вегетації, так і морфологічними особливостями габітусу цієї лінії. Зменшення площі асиміляційного апарату однієї рослини від загушення посівів з 70 до 100 тис. рослин / га склало 0,035 м²/рослину, або 8,0%. Максимальна площа листової поверхні спостерігалась у лінії АВ30Б (ФАО 320) за густоти 70 тис. рослин / га – 0,499 м²/рослину.

Установлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між ознаками урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та площі асиміляційної поверхні за різних густот, коефіцієнти кореляції знаходились в межах від 0,701 до 0,991 (рис. 4.1). Кореляційно-регресійні залежності носили криволінійний характер. Це свідчить про те, що максимальна реалізація генетичного

потенціалу урожайності можлива лише в межах оптимуму чинників її детермінації.

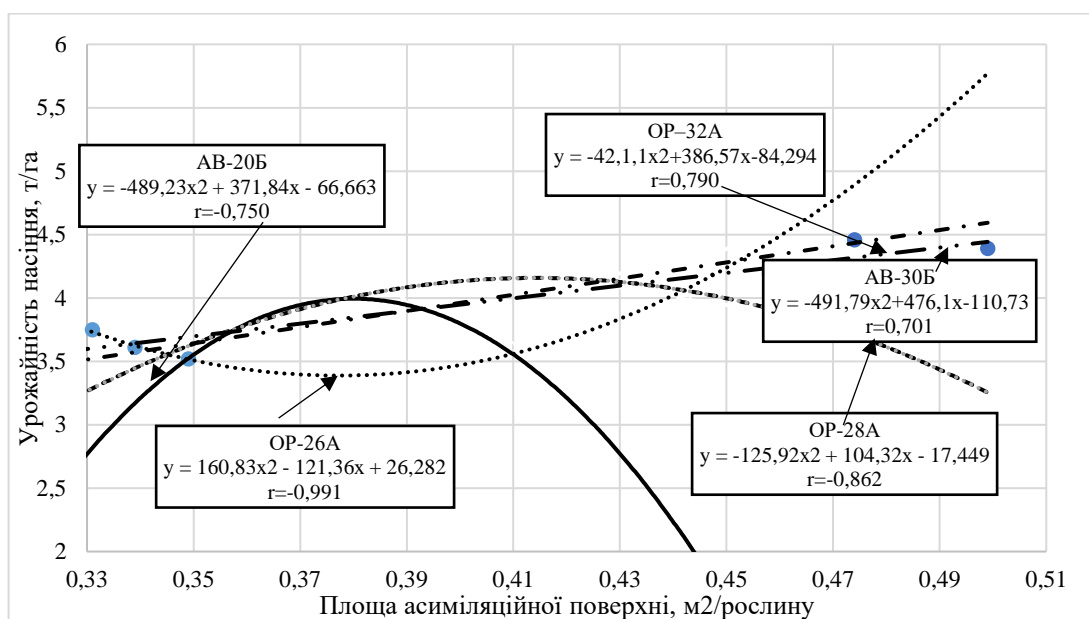


Рис. 4.1. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та площі асиміляційної поверхні за різних густот

Разом з тим варто зазначити, що підвищення площі листової поверхні у ценозі не завжди є позитивним, оскільки у разі загущення посівів можливе затінення нижніх листків верхніми і, як наслідок, погіршення освітленості та зменшення інтенсивності фотосинтезу посіву. Саме тому нами було досліджено зміни листового індексу, який характеризує фотосинтетичну активність посіву.

Листкові індекси коливалися від мінімальних значень у середньоранньої лінії OP26A (ФАО 240) 2,44–3,25 до максимальних значень у середньостиглої лінії АВ30Б (ФАО 320) 3,49–4,58 залежно від густоти рослин. Максимальні значення листового індексу у фазу цвітіння качанів спостерігали у ліній OP32A та АВ30Б (від 3,30–3,49 за густоти 70 тис. рослин / га до 4,31–4,58 за густоти 100 тис. рослин / га) (табл. 4.2).

Більші значення листкового індексу рослин батьківських компонентів всіх груп стиглості, на відміну від площі листків однієї рослини, відмічено за густоти 100 тис. рослин / га (3,25–4,58, у середньому 4,03), а найменшу – за густоти 70 тис. рослин / га (2,44–3,49, у середньому 3,07). Отже, загушення посівів збільшувало площу асиміляційної поверхні посіву.

Таблиця 4.2

Листковий індекс ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи у фазу цвітіння залежно від факторів досліду (середнє за 2019–2021 рр.)

Лінія – батьківський компонент (фактор А)	Густота рослин, тис./га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
ОР26А (ФАО 240)	2,44	2,71	2,98	3,25	2,85
АВ20Б (ФАО 260)	2,86	3,15	3,47	3,78	3,32
ОР28А (ФАО 260)	3,24	3,54	3,89	4,21	3,72
ОР32А (ФАО 320)	3,30	3,62	3,94	4,31	3,79
АВ30Б (ФАО 320)	3,49	3,79	4,15	4,58	4,00
Середнє за фактором В	3,07	3,36	3,69	4,03	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅	А= 0,075; В=0,063				

З метою з'ясування чи пов'язана насіннева продуктивність інбредних ліній кукурудзи з листовим індексом посіву, було розраховано тісноту кореляційного зв'язку (рис. 4.2).

Коефіцієнт кореляція між листковим індексом і урожайністю насіння показав у більш скоростиглих лінії позитивний зв'язок: у лінії ОР26А (ФАО 240) $r = 0,992$, у лінії АВ20Б (ФАО 260) $r = 0,723$, у лінії ОР28А (ФАО 260) $r = 0,844$. У більш пізньостиглих ліній ОР32А (ФАО 320) та АВ30Б (ФАО 320) спостерігався негативний зв'язок: $r = -0,864$ та $r = -0,835$.

Криволінійна залежність врожаю з листовим індексом посіву засвідчує, що зростання листкового індексу в умовах нашого експерименту має певні межі: після перевищення величини 3,7 насіннева продуктивність знижується.

Зав'язування насіння та ріст зерен у кукурудзи тісно пов'язані з

перехопленням світла під час періоду цвітіння та з виробництвом асиміляції та транслокацією під час періоду наливу зерна (відношення джерело-поглинач).

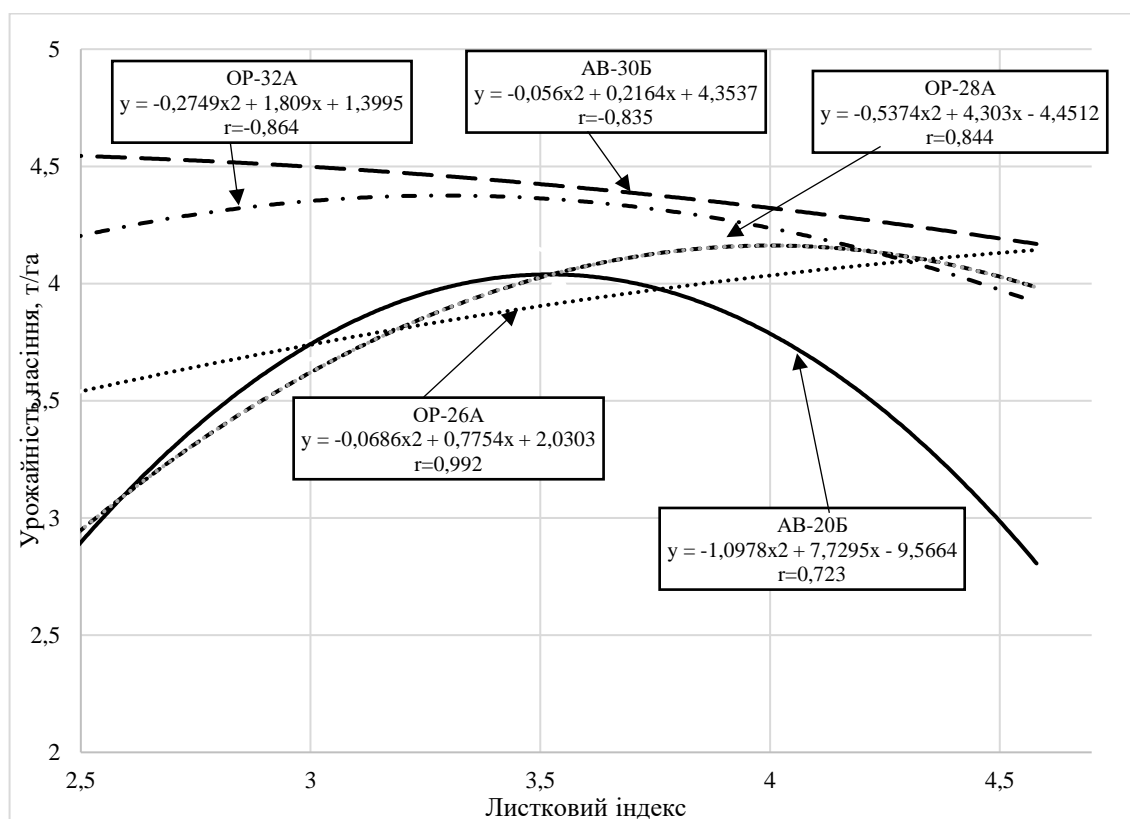


Рис. 4.2. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та листового індексу за різних густот

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи збільшувався з подовженням тривалості періоду вегетації і досягав максимальних показників у середньостиглої лінії АВ30Б (ФАО 320) за щільності посіву 100 тис. рослин / га – 3521,5 тис. м²*діб.

Максимальний фотосинтетичний потенціал посівів ліній кукурудзи всіх груп ФАО спостерігався при загущенні посівів до 100 тис. рослин / га – від 2086,4 тис. м²*діб (лінія ОР26А) до 3021,5 тис. м²*діб (лінія АВ30Б), що прямо пов'язано з тривалістю вегетації батьківських компонентів.

Слід зауважити, що на фотосинтетичний потенціал ліній більший вплив

мали генотипові особливості ліній – батьківських компонентів гібриді кукурудзи порівняно з густотою рослин. Так, максимальні відхилення фотосинтетичного потенціалу між лініями становило 950,6 тис. м² *діб, а різниця за густотою рослин становила 373,6 тис. м² *діб.

Таблиця 4.3

Фотосинтетичний потенціал ліній – батьківських компонентів за вегетацію, залежно від факторів досліду, тис. м² * діб (середнє за 2019–2021 рр.)

Лінія – батьківський компонент (фактор А)	Густота рослин, тис./га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
ОР26А (ФАО 240)	1708,8	1823,4	1932,8	2086,4	1887,9
АВ20Б (ФАО 260)	1867,3	1967,3	2087,4	2272,0	2048,5
ОР28А (ФАО 260)	2030,6	2134,4	2236,5	2463,7	2216,3
ОР32А (ФАО 320)	2546,5	2653,1	2732,4	2831,4	2690,9
АВ30Б (ФАО 320)	2654,0	2769,4	2909,0	3021,5	2838,5
Середнє за фактором В	2161,4	2269,5	2379,6	2535,0	2336,4
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , тис. м ² * діб	А= 58,3; В= 65,5				

Коефіцієнт кореляції між фотосинтетичним потенціалом і урожайністю насіння проявив у більш скоростиглих лінії позитивний зв'язок: у лінії ОР26А (ФАО 240) $r = 0,982$, у лінії АВ20Б (ФАО 260) $r = 0,633$, у лінії ОР28А (ФАО 260) $r = 0,712$, у більш пізньостиглих ліній ОР32А (ФАО 320) та АВ30Б (ФАО 320) спостерігався негативний взаємозв'язок: $r = -0,834$ та $r = -0,844$ відповідно (рис. 4.3).

Було встановлено, що генотипові особливості інбредних ліній, їх група ФАО та тривалість вегетаційного періоду можуть суттєво коригувати залежність фотосинтетичного потенціалу та урожайності кондиційного насіння у інбредних ліній кукурудзи, що є батьківськими компонентами інноваційних гібридів кукурудзи за різної щільності ценозу посіву на ділянках розмноження та ділянках гібридизації.

Позитивний коефіцієнт кореляції у скоростиглих ліній вказує на певний вплив фотосинтетичного потенціалу на урожайність. Зростання фотосинтетичного потенціалу у скоростиглих ліній детерміновано зростанням густоти рослин, що може бути характерним тільки для генотипів зі скороченим періодом вегетації та меншими габітусами рослин.

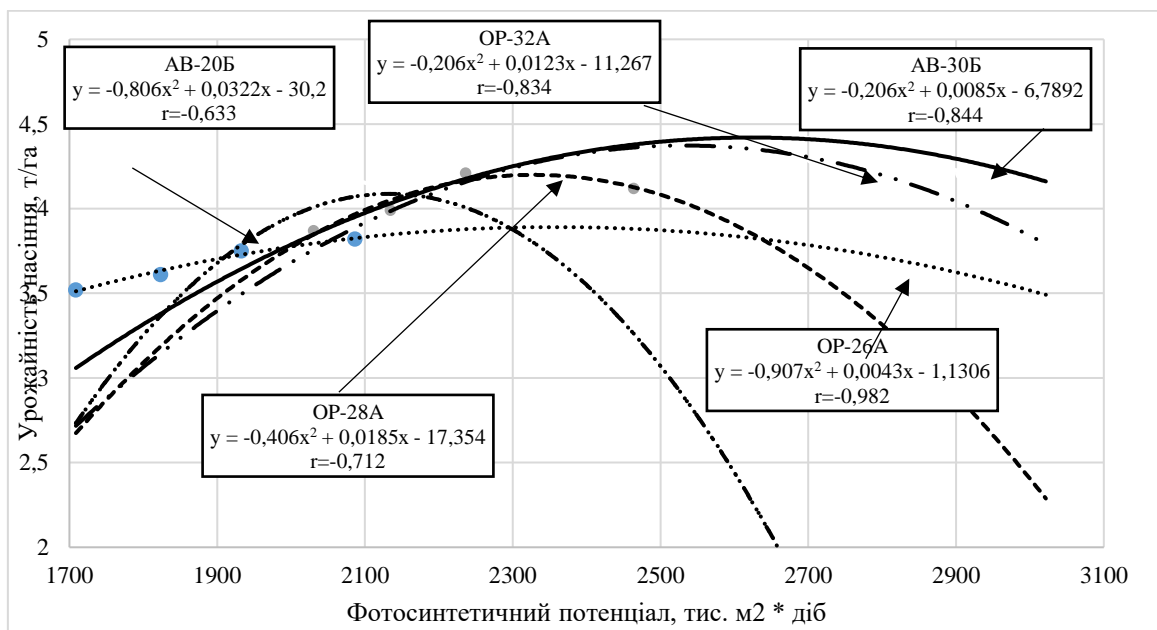


Рис. 4.3. Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та фотосинтетичного потенціалу за різних густот

Спостерігалось різке зниження врожайності при збільшенні фотосинтетичного потенціалу від 2500 тис. м²* діб. Це свідчить про те, що збільшення фотосинтетичного потенціалу ценозу кукурудзи агротехнічними способами не завжди може гарантувати синхронне зростання урожайності у ліній – батьківських компонентів, тому, для кожної батьківської лінії кукурудзи, залежно від генотипових особливостей, повинен бути оптимум щільності ценозу посіву, що забезпечує максимальну ефективність продуктивності фотосинтетичного потенціалу.

Для оптимізації продукційних процесів і формування максимального

врожаю агрокультури головну роль виконує розмір асиміляційного апарату рослини, що накопичує сонячну радіацію у процесі проходження фотосинтезу та забезпечує створення органічної речовини. Продуктивність фотосинтезу залежить від площі листків рослини, що регулюється створенням найкращої структури посіву агрокультури завдяки щільності ценозу. Однією із ефективних можливостей більш повного використання фотосинтетично активної радіації є забезпечення прискореного розвитку листового апарату ще на початку періоду вегетації за рахунок використання факторів інтенсифікації, зокрема встановлення оптимальної щільності ценозу [9].

4.2 Фотосинтетичні показники інноваційних гібридів кукурудзи різних груп ФАО

Згідно із сьогоденним теоретичним баченням механізму функціонування і взаємозв'язків донорно-акцепторної системи у рослині, забезпечити посилений продукційний процес можливо шляхом модифікації морфо-фізіологічних показників культури, а саме створення потужної фотосинтезуючої поверхні рослини та подовження строку функціонування фотосинтетичного апарату.

За роки досліджень за порівняльної оцінки гібридів виявилось, що стабільно вищі показники серед гібридів демонстрував гібрид Зедан 32, площа асиміляційної поверхні однієї рослини, у середньому, була в межах від 0,461 за густоти 100 тис росл./га до 0,498, м²/рослину за густоти 70 тис. росл. / га (табл. 4.4).

**Площа асиміляційної поверхні однієї рослини у фазу цвітіння
залежно від факторів досліду, м²/рослину (середнє за 2019–2021 рр.)**

Гібрид кукурудзи (фактор А)	Густота рослин кукурудзи тис. рослин / га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
Зедан 26 (ФАО 240)	0,413	0,402	0,388	0,375	0,3945
Зедан 28 (ФАО 260)	0,426	0,421	0,415	0,395	0,4143
Зедан 32 (ФАО 320)	0,498	0,481	0,472	0,461	0,4780
Середнє за фактором В	0,446	0,435	0,425	0,410	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , м ² /рослину	А = 0,021; В = 0,018				

У гібриду Зедан 28 спостерігались нижчі показники площі асиміляційної поверхні від 0,395 до 0,426 м²/рослину, при збільшенні густоти стояння рослин показники площі асиміляційної поверхні ставали нижчими. Мінімальну, у досліді, площу листків одній рослині сформував гібрид Зедан 26 – від 0,375 (за густоти 100 тис. росл./га) до 0,413 м²/рослину (за густоти 70 тис. росл./га). Необхідно також відзначити, що максимальна площа асиміляційної поверхні однієї рослини була зафіксована по всіх гібридах за густоти стояння рослин – 70 тис. росл. / га.

Площа асиміляційної поверхні рослини гібриду кукурудзи, що характеризує рівень оптимізації забезпеченості рослини поживними речовинами, вологою та світловою енергією детермінує продуктивність рослини (масу зерна з рослини), проте, не завжди це може бути пов'язано з продуктивності посіву, адже за надмірної загущеності посівів в силу вступають внутрішньо гібридні конкурентні відносини, що може призводити до затінення нижніх ярусів листків та їх передчасного відмирання. Особливо це стосується гібридів зі збільшеною кількістю листків на рослині. Збільшення кількості листків на рослині проходить синхронізовано з підвищенням групи ФАО гібридів. У гібридів Зедан 26 та Зедан 28 кількість листків на рослині

становила 16-17, а у Зедана 32 вона збільшувалась до 18-19.

Ця теза підтверджується дослідженнями інших вчених [10], які спостерігали, що збільшення площі листкової поверхні не завжди є позитивним, бо у разі загушення ценозу проходить затінення нижнього ярусу листків рослин верхнім, що призводить до погіршення освітленості масиву та зменшення інтенсивності фотосинтезу загалом.

Щоб з'ясувати вплив листкової поверхні на зернову урожайність сучасних інноваційних гібридів кукурудзи за різних технологічних заходів вирощування нами були побудовані кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності зерна гібридів та площі асиміляційної поверхні однієї рослини за різної щільності ценозу рослин в посіві (рис. 4.4).

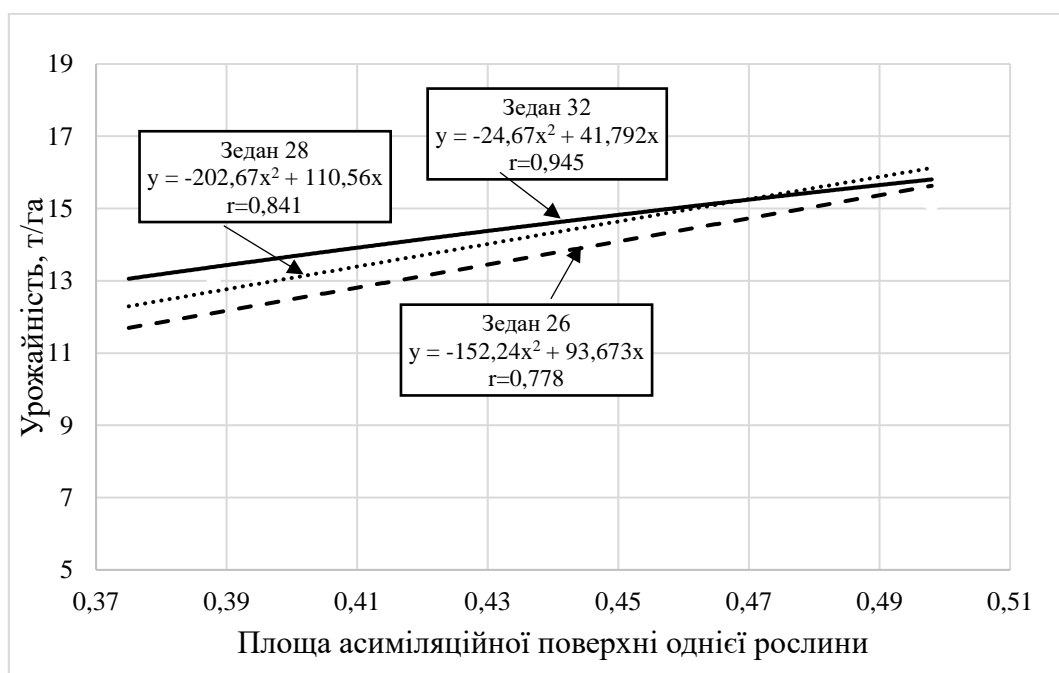


Рис. 4.4 Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності зерна гібридів та площі асиміляційної поверхні однієї рослини за різних густот

Розрахунки показали, що основним компонентом загальної урожайності зерна інноваційних гібридів кукурудзи має бути продуктивність рослини, що забезпечується оптимальними параметрами площі асиміляційної поверхні однієї рослини та щільністю ценозу рослин в посіві.

Такий висновок підтверджується дослідженнями інших вчених. Так, науковими розробками Н.М. Асанішвілі [11], В.І. Полякова, Л.М. Карпука [12] доведено, що продуктивність фотосинтезу сильно пов'язана з площею листків рослини, що можна регулювати структурою посіву агрокультури, тому однією із дієвих можливостей більш повного використання фотосинтетично активної радіації і є забезпечення прискореного розвитку листового апарату ще на початку періоду вегетації за рахунок використання факторів його інтенсифікації, зокрема встановлення оптимальної щільності ценозу.

Важливим завданням досліджень було встановлення впливу максимальної площі листової поверхні рослин гібридного компоненту та густоти посіву на урожайність зерна. Розрахунки кореляційно-регресійних моделей залежності площі листової поверхні у фазу максимальної її прояву та урожайності зерна гібридів кукурудзи різного генотипового походження за різних густот показало, що існує сильна позитивна залежність між цими показниками.

Коефіцієнти кореляції знаходились в межах $r = 0,778 - 0,945$ у всіх гібридів з урахуванням впливу щільності ценозу. Це достатньо високі значення, що вказує на можливість підвищення урожайності кондиційного зерна за рахунок збільшення площі листового апарату рослини гібриду у фазу максимального його прояву – у фазу цвітіння волоті та качана. Екстраполяція площі листової поверхні за межі експериментальних даних (максимальна площа у досліді $0,498 \text{ м}^2/\text{рослину}$) дозволяє прогнозувати урожайність зерна гібридів понад 15 т/га. Можливість отримання такої урожайності більш вірогідна за оптимізованої густоти рослин та подальшого удосконалення технології вирощування з оптимізацією усіх необхідних факторів забезпечення онтогенезу рослин.

Таким чином, площа асиміляційної поверхні рослини є основним фактором постачання продукції фотосинтезу до генеративних органів та

забезпечувати реалізацію потенційної продуктивності генотипу кукурудзи за умов дотримання сортових технологій.

Однією з актуальних проблем сільськогосподарської науки є підвищення продуктивності фотосинтезу рослин, що є основою формування врожаю агрокультур. Урожайність зерна кукурудзи, як і інших агрокультур, цілком визначається активною роботою фотосинтетичного апарату. Фотосинтез є джерелом утворення й накопичення органічної речовини рослинами, що свідчить про велике значення фотосинтезу під час формування врожаю й накопичення сухої речовини в рослині. Як зазначають дослідження інших вчених [13], одним із основних показників ефективності роботи фотосинтетичного апарату рослин є листковий індекс – показник, що характеризує відносну міру покриття площі поверхні ґрунту листовою площею рослин в посіві.

В наших дослідженнях листковий індекс коливався від 2,89 до 4,61 (табл. 4.5). найбільший вплив на листковий індекс здійснювала щільність посіву гібридів. Так амплітуда коливання листового індексу у гібриду Зедан 26 становила 0,86 (за зміни щільності посіву від 70 до 100 тис. рослин/га), у гібриду Зедан 28 – амплітуда становила 0,97, у гібриду Зедан 32 – 1,13. Найбільша реакція на зміну щільності посіву проявив гібрид з ФАО 320.

Таблиця 4.5

Листковий індекс гібридів кукурудзи у фазу цвітіння залежно від факторів досліді (середнє за 2019–2021 рр.)

Лінія – батьківський компонент (фактор А)	Густота рослин, тис./га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
Зедан 26 (ФАО 240)	2,89	3,21	3,49	3,75	3,34
Зедан 28 (ФАО 260)	2,98	3,36	3,73	3,95	3,51
Зедан 32 (ФАО 320)	3,48	3,84	4,24	4,61	4,04
Середнє за фактором В	3,11	3,47	3,82	4,11	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅	А= 0,11; В=0,13				

Щільність посіву мала високий вплив на показники листкового індексу. Так амплітуда коливання листкового індексу у гібридів за щільності 70 тис. рослин/га становила 0,59, а за густоти 100 тис. рослин/га вона становила максимальне значення – 0,86. Листковий індекс поступово зростав у всіх гібридів з густоти 70 тис. рослин/га до 100 тис. рослин/га.

Найбільших показників листковий індекс досягав у гібриду Зедан 32, а найменших – у гібриду Зедан 26. Такі прояви показника по'язані з генотиповими особливостями та групою ФАО гібриду. Закономірним є те, що гібриди з підвищеною групою ФАО мають біль потужні рослини з більшою кількістю листків та більшою їх площею.

З метою з'ясування сполученої мінливості зернової продуктивність гібридів кукурудзи з листовим індексом посіву, було розраховано кореляційно-регресійні залежності (рис. 4.5).

Сполучена мінливість урожайності зерна у гібридів з листовим індексом носила переважно криволінійну залежність. Коефіцієнти кореляції у гібридів Зедан 32 та Зедан 26 були від'ємними, проте на низькому рівні значущості ($r = -0,224$ та $-0,212$ відповідно). Додатна залежність простежувалась у гібриду Зедан 28, проте, також з невисоким рівнем значущості.

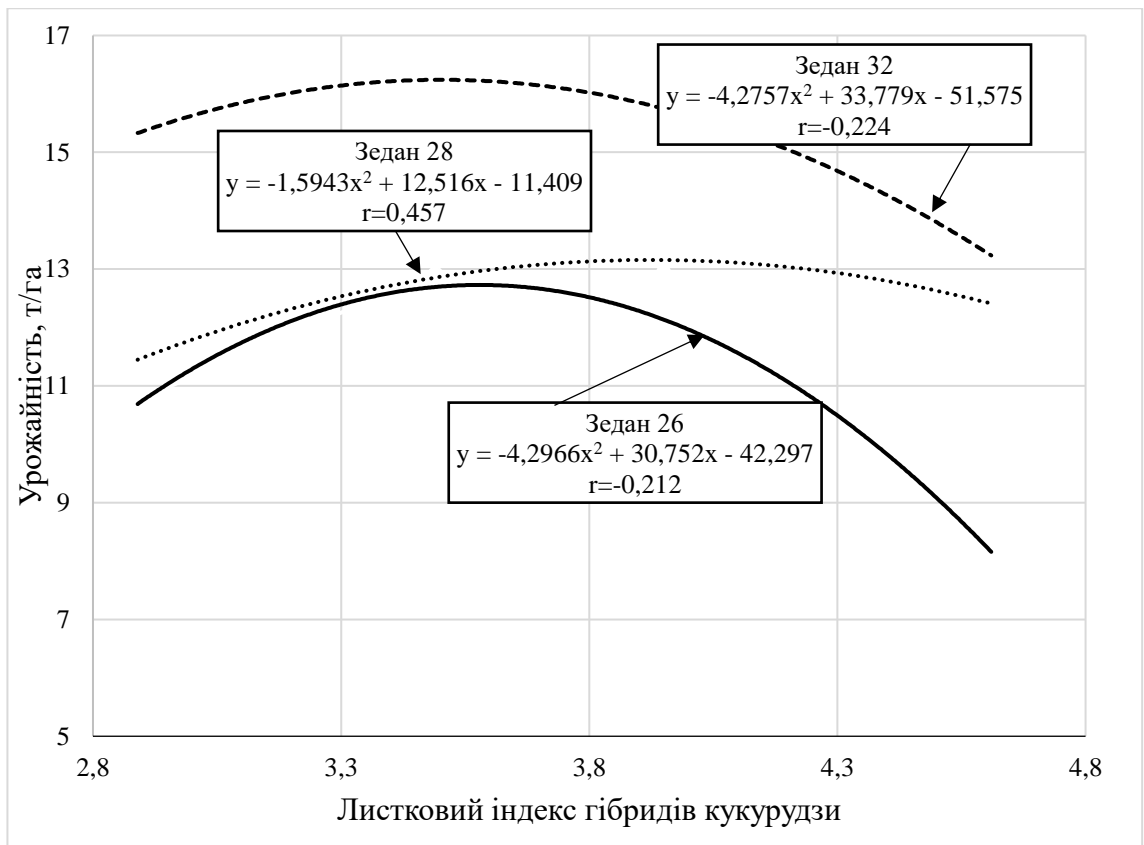


Рис. 4.5 Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності зерна гібридів та листкового індексу за різних густот

У всіх гібридів лінії регресії носили криволінійний характер з певними рівнями прояву листкового індексу, що забезпечував і максимальну урожайність. Так, у гібриду Зедан 26 максимальна урожайність зерна (11 – 13 т/га) обмежувалась листковим індексом 3,6 – 3,8. У гібрида Зедан 32 максимум урожайності (15 – 17 т/га) детермінував листковий індекс 3,4 – 3,8. Листковий індекс гібриду Зедан 28 мав більш широкий діапазон. Зменшення листкового індексу за межі 3,4 призводило до падіння урожайності зерна у всіх гібридів кукурудзи. Найбільш стрімко урожайність знижувалась у гібриду Зедан 26. Слід зауважити, що цей гібрид має найменшу тривалість вегетації та найменшу кількість листків на рослині, тому зрідженість посіву (за меншої норми висіву) може призводити до різкого падіння урожайності зерна. Проте, і надмірне загущення рослин в посіві у цього гібриду також призводить різкого зниження урожайності. Прогнозовано, цей гібрид має найбільше вимог до

формування щільності ценозу в посіві для реалізації генотипового потенціалу урожайності зерна. Найбільш пластичним щодо листкового індексу був гібрид Зедан 28. Рівень урожайності зерна цього гібриду досить поступово знижувався за зменшення листкового індексу понад 3,4 та збільшення індексу понад 4,2. Тому цей гібрид більш пристосований до можливих варіантів з нормою висіву у промислових технологіях вирощування, що пов'язані з певними погодними, чи технічними умовами сівби в окремих агроекологічних умовах. Гібрид Зедан 32 належить до середньостиглої групи і має найбільші показники листкового індексу за різних технологій. Лінія регресії свідчить про максимальний прояв урожайності цього гібриду в межах листкового індексу 3,4 – 4,0. Це свідчить про те, що надмірне загушення цього гібриду в посіві небажане. У цього гібриду формування урожайності зерна проходить переважно за рахунок індивідуальної продуктивності однієї рослини і загушення в посіві може призводити до раннього відмирання нижнього ярусу листків та недозапилення качана. Проте, цей гібрид достатньо пластичний за урожайністю зерна при невисокій щільності ценозу (за листкового індексу 3,0 – 3,8). Тому, при вирощуванні цього гібриду в виробничих умовах бажано обмежувати норму висіву та формування густоти рослин в межах рекомендованої сортової технології.

Криволінійна залежність врожаю зерна з листковим індексом посіву засвідчує, що зростання листкового індексу в умовах нашого експерименту має певні обмежувальні межі: після перевищення індексу величини 4,0 – 4,2 зернова продуктивність може знижуватись, також і в зріджених посівах де листковий індекс може знижуватись менше 3,4.

Запліднення насіння, формування та налив зерен у кукурудзи тісно пов'язані з перехопленням світла під час періоду цвітіння та з виробництвом асиміляції та транслокацією під час періоду наливу зерна (відношення джерело-поглинач). В цьому фізіологічному процесі важливим показником можливої потенційної урожайності зерна є тривалість та розмір

фотосинтетичної поверхні рослин гібридів у посіві, що характеризується фотосинтетичним потенціалом.

В наших дослідженнях фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи збільшувався зі збільшенням тривалості вегетаційного періоду і показав максимальні показники у середньостиглого гібриду Зедан 32 – в середньому 2111,6 тис. м²*діб (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи залежно від факторів досліду, тис. м²*діб (середнє за 2019–2021 рр.)

Гібрид кукурудзи (фактор А)	Густота рослин кукурудзи тис. рослин / га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
Зедан 26 (ФАО 240)	1589,1	1606,2	1747,2	1873,9	1704,1
Зедан 28 (ФАО 260)	1713,4	1682,3	1866,3	1974,7	1809,2
Зедан 32 (ФАО 320)	2092,5	1925,4	2123,7	2304,9	2111,6
Середнє за фактором В	1798,3	1738,0	1912,4	2051,2	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , тис. м ² *діб	А = 90,4; В = 122,9				

Найбільший фотосинтетичний потенціал посівів гібридів кукурудзи всіх груп ФАО виявлявся за загушення ценозу до 100 тис. рослин / га – від 1873,9 тис. м²*діб у гібриду Зедан 26 до 2304,9 тис. м²* діб у гібриду Зедан 32.

Слід зауважити, що група ФАО гібриду мала вирішальне значення при формуванні фотосинтетичного потенціалу. Так, розмах мінливості (у середньому за гібридами) фотосинтетичного потенціалу становив 407,5 тис. м²*діб, розмах мінливості за густотою рослин становив 252,2 тис. м²*діб. Розмір фотосинтетичного потенціалу підвищувався синхронно зі зростанням групи ФАО гібридів. Більший фотосинтетичний потенціал формувалася у гібридів зі збільшенням листового індексу та збільшенням тривалості періоду вегетації у гібридів. Процес підвищення фотосинтетичного потенціалу може проходити за умови збільшення норми висіву у виробничих умовах, тому нами

були побудовані кореляційно-регресійні моделі залежності фотосинтетичного потенціалу досліджуваних гібридів та урожайності зерна (рис. 4.6).

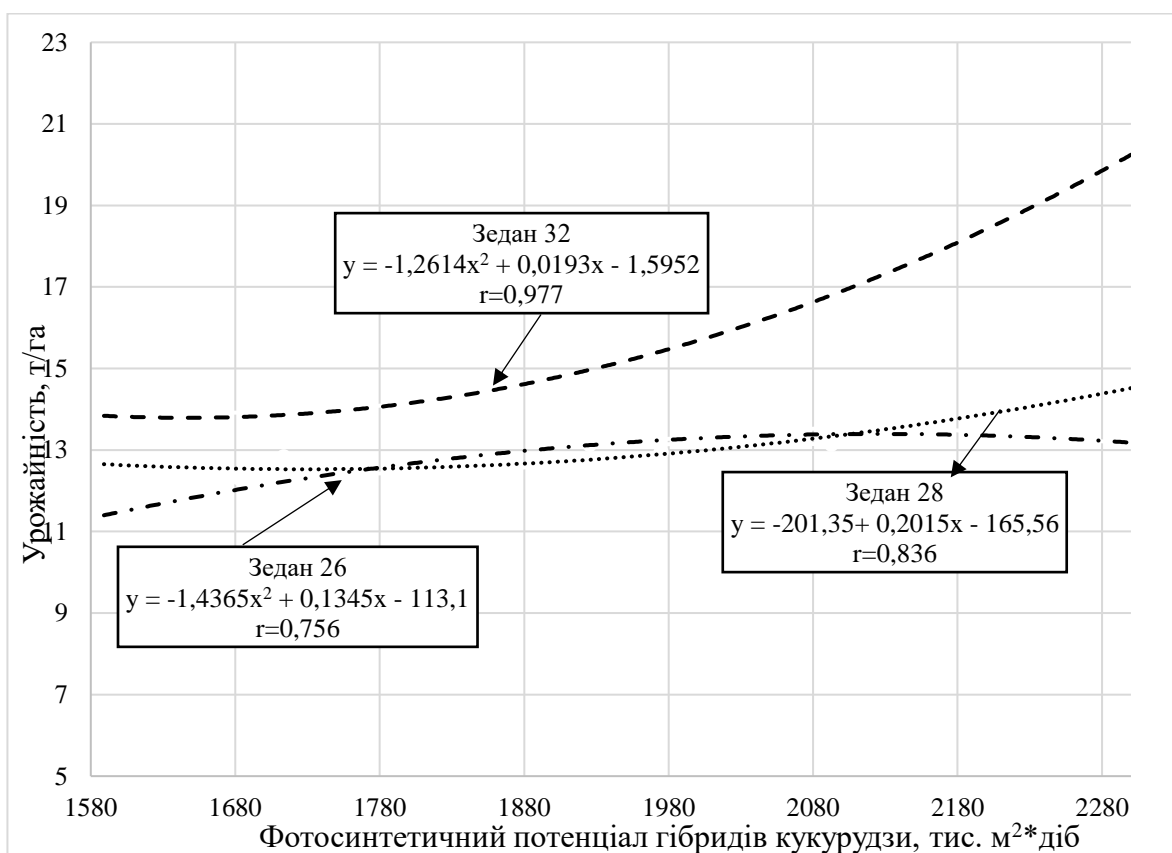


Рис. 4.6 Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності зерна гібридів та фотосинтетичного потенціалу за різних густот

Відзначимо, що у всіх гібридів зафіксована висока позитивна (додатна) залежність урожайності зерна гібридів та їх фотосинтетичного потенціалу.

Найбільша пластична реакція урожайності зерна зафіксована у гібриду Зедан 26. Це найбільш скоростиглий гібрид і з найменшим реагуванням на щільність ценозу в посіві, що було показано в вище наведених результатах досліджень. Гібрид Зедан 28 мав більшу залежність урожайності зерна від фотосинтетичного потенціалу. Збільшення урожайності зерна можливо корегувати збільшенням фотосинтетичного потенціалу агротехнічними заходами.

Найбільшу сполучену мінливість урожайності зерна та фотосинтетичного потенціалу спостерігаємо у гібриду інтенсивного типу Зедан 32. Інтерполяція фотосинтетичного потенціалу за межі фактичних даних прогнозує потенційну урожайність зерна понад 19 т/га. Така прогнозована урожайність зерна свідчить про те, що можливими агротехнічним заходами можливо забезпечити такий потенціал, проте, густотою рослин це виконати доволі проблематично. Такий потенціал урожайності з фотосинтетичним потенціалом понад 2280 тис. м²*діб, можливо, буде забезпечити іншими агротехнічними заходами, такими як оптимізація поживного режиму, водного режиму, строками сівби, регуляторами росту тощо, що передбачається наступними науковими дослідженнями для розкриття повного генетичного потенціалу гібриду в конкретних агроекологічних умовах виробництва.

Для визначення впливу на урожайність зерна гібридів кукурудзи окремих фотосинтетичних показників були розраховані коефіцієнти детермінації та коефіцієнти кореляції сполученої мінливості цих показників (табл. 4.7).

Коефіцієнт детермінації, що вказує на міру залежності урожайності від фотосинтетичних показників та відповідність моделі змінних параметрів, був найбільшим за показником «фотосинтетичний потенціал» ($R^2 = 0,571 \dots 0,954$). Серед гібридів найбільшої детермінації урожайності зерна коефіцієнт детермінації зафіксовано у гібрида Зедан 32. Площа асиміляційної поверхні однієї рослини гібриду також детермінувала урожайність зерна на виокому рівні значущості ($R^2 = 0,605 \dots 0,893$). Це вказує на переважний вплив цих показників на формування урожайності нових інноваційних гібридів за удосконалення сортових технологій вирощування. Найменший коефіцієнт детермінації і найменша відповідність моделі змінних була зафіксована за показником «листяний індекс»

Розрахунки коефіцієнту кореляції урожайності і фотосинтетичних показників гібридів кукурудзи показало, що існує середня та сильна позитивна

кореляція між урожайністю між площею асиміляційної поверхні рослин та фотосинтетичним потенціалом. Це свідчить про те, що на різних етапах розвитку рослин кукурудзи усіх гібридів необхідно технологічно забезпечувати оптимальний ріст і розвиток рослин.

Таблиця 4.7

Кореляційна залежність ознак та урожайності гібридів кукурудзи різних груп ФАО

Гібрид	Ознаки					
	Листковий індекс		Площа асиміляційної поверхні		Фотосинтетичний потенціал	
	R^2	r	R^2	r	R^2	r
Зедан 26	0,045	-0,212	0,605*	0,778*	0,571*	0,756*
Зедан 28	0,208	0,457	0,707*	0,841*	0,698*	0,836*
Зедан 32	0,050	-0,224	0,893*	0,945*	0,954*	0,977*

Примітка. * – істотно на рівні значущості 0,05.

Позитивний коефіцієнт кореляції вказує на найбільший вплив фотосинтетичного потенціалу на урожайність, але спостерігалось зниження врожайності при збільшенні фотосинтетичного потенціалу від 2100,0 тис. м²* діб, тобто збільшення фотосинтетичного потенціалу посівів кукурудзи не завжди призводить до зростання урожайності у гібридів, тому для кожного гібриду кукурудзи, залежно від генотипових особливостей, повинен бути оптимум густоти стояння рослин за певних технологій вирощування, що забезпечує максимальну ефективність продуктивності фотосинтетичного потенціалу.

Висновки до розділу 4

1. Встановлено, для оптимізації продукційного процесу та формування максимально можливого врожаю кукурудзи важливу роль відіграє розмір листкового апарату рослин, який акумулює сонячну радіацію у процесі фотосинтезу та забезпечує синтез органічних речовин.

2. Максимальна площа листкової поверхні спостерігалась у лінії АВ30Б (ФАО 320) за густоти 70 тис. рослин / га – 0,499 м²/рослину. Стабільно вищі показники серед гібридів демонстрував гібрид Зедан 32, максимальна площа асиміляційної поверхні однієї рослини, у середньому, була за густоти 70 тис. росл. / га – 0,498 м²/рослину.

3. Встановлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між ознаками урожайності насіння інбредних ліній та площі асиміляційної поверхні за різних густот. Коефіцієнти кореляції знаходились в межах від 0,701 до 0,991, однак максимальна реалізація генетичного потенціалу урожайності можлива лише в межах оптимуму чинників її детермінації.

4. Доведено, підвищення площі листкової поверхні ліній-батьківських компонентів у ценозі не завжди є позитивним, оскільки у разі загушення посівів можливе затінення нижніх листків верхніми і, як наслідок, погіршення освітленості та зменшення інтенсивності фотосинтезу посіву. Листкові індекси коливалися від мінімальних значень у середньоранньої лінії ОР26А (ФАО 240) 2,44–3,25 до максимальних значень у середньостиглої лінії АВ30Б (ФАО 320) 3,49–4,58.

5. З'ясовано, що загушення посівів збільшувало площу асиміляційної поверхні посіву: більші значення листкового індексу рослин батьківських компонентів всіх груп стиглості, на відміну від площі листків однієї рослини, відмічено за густоти 100 тис. рослин / га (3,25–4,58, у середньому 4,03), а найменшу – за густоти 70 тис. рослин / га (2,44–3,49, у середньому 3,07).

6. Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи збільшувався з подовженням тривалості періоду вегетації і показав максимальні показники у середньостиглої лінії АВ30Б (ФАО 320) за щільності посіву 100 тис. рослин / га – 3521,5 тис. м²*діб та у середньостиглого гібриду Зедан 32 – в середньому 2111,6 тис. м²*діб. Разом з тим, спостерігалось різке зниження врожайності при збільшенні фотосинтетичного потенціалу від 2500

тис. м²*діб.

7. Виявлено, що збільшення фотосинтетичного потенціалу ценозу кукурудзи агротехнічними способами не завжди може гарантувати синхронне зростання урожайності у ліній – батьківських компонентів та гібридів, тому, для кожної батьківської лінії кукурудзи та гібриду, залежно від генотипових особливостей, повинен бути оптимум щільності ценозу посіву, що забезпечує максимальну ефективність продуктивності фотосинтетичного потенціалу.

8. Аналізуючи дані врожайності гібридів Зедан 26 (ФАО 240), Зедан 28 (ФАО 260) і Зедан 32 (ФАО 320), можна зробити висновок, що кожному гібриду притаманна своя оптимальна щільність ценозу для формування фотосинтетичного потенціалу та отримання максимального врожаю зерна. Збільшення фотосинтетичного потенціалу ценозу гібридів кукурудзи агротехнічними способами не завжди може гарантувати синхронне зростання урожайності у гібридів.

За матеріалами розділу опубліковано дві наукові праці [9, 14].

Список використаних джерел у розділі 4:

1. Vazin F., Hassanzadeh M., Madani A., Nassiri-Mahallati M., Nasri M. Modeling light interception and distribution in mixed canopy of common cocklebur (*Xanthium stramarium*) in competition with corn. *Planta Daninha*. 2010. Vol. 28. P. 455–462.

2. William W.A. Loomis R.S., Duncan W.G., Dovrat A., Nunez A. Canopy architecture at various population densities and the growth and grain yield of corn. *Crop Sci*. 1968. Vol. 8. P. 303–308.

3. Tokatlidis I. S., Koutroubas S. D. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. *Field Crops Res*. 2004. Vol. 88. P. 103–114.

4. Fournier C., Andrieu B. Dynamics of the elongation of internodes in

maize (*Zea mays* L.), effects of shade treatment on elongation patterns. *Ann. Bot.* 2000. Vol. 86. P. 1127–1134.

5. Setter T. L., Flannigan B. A., Melkonian J. Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize. *Crop Sci.* 2001. Vol. 41. P. 1530–1540.

6. Stewart D., Costa C., Dwyer L., Smith D., Hamilton R., Ma B. Canopy structure, light interception, and photosynthesis in maize. *Agron. J.* 2003. Vol. 95. P. 1465–1474.

7. Buck-Sorlin G., de Visser P. H., Henke M., Sarlikioti V., van der Heijden G. W., Marcelis L. F., Vos J. Towards a functional-structural plant model of cut-rose: simulation of light environment, light absorption, photosynthesis and interference with the plant structure. *Ann. Bot.* 2011. Vol. 108. P. 1121–1134.

8. Sarlikioti V., de Visser P. H., Marcelis L. F. Exploring the spatial distribution of light interception and photosynthesis of canopies by means of a functional-structural plant model. *Ann. Bot.* 2011. Vol. 107. P. 875–883.

9. Скакун В. М., Марченко Т. Ю., Завальнюк О. І. Особливості фотосинтетичної діяльності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від елементів технології та економічна ефективність їх застосування. *Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць.* 2023. Вип. 79. С.75–82. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.10>.

10. Kaletnik H. M., Palamarchuk V. D., Honcharuk I. V., Yemchuk T. V., Telekalo N. V. *Prospects for the use of corn for energy-efficient and ecologically safe development of rural areas.* Vinnytsia: FOP Kushnir Yu.V. 2021.

11. Асанішвілі Н. М. Формування та функціонування фотосинтетичного апарату рослин кукурудзи за впливу елементів технології вирощування в Лісостепу. *Наукові доповіді НУБіП України.* 2020. №4 (86). С. 11. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.04.012>.

12. Поляков В. І., Карпук Л. М. Фотосинтетична продуктивність кукурудзи залежно від агротехнологічних заходів. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. № 28. С.209–221.

13. Tan T.L., Zulkifli N.A., Zaman A.S.K., Jusoh M., Yaapar M.N., Rashid, S.A. Impact of photoluminescent carbon quantum dots on photosynthesis efficiency of rice and corn crops. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2021. Vol. 162. P.737–751. doi: 10.1016/j.plaphy.2021.03.031.

14. Marchenko Tetiana, Skakun Vadim, Lavrynenko Yurii, Zavalnyuk Oleksandr, Skakun Yehor. Biometric indicators and yield of corn hybrids depending on elements of agrotechnology. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 9. P.90–99. <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.90> (Scopus).

РОЗДІЛ 5

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЛІНІЙ- БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ТА НОВОСТВОРЕНИХ ГІБРИДІВ РІЗНИХ ГРУП ФАО

В умовах Лісостепової зони України кукурудзі належить провідна роль як культурі широкого використання. Для одержання високоякісного зерна кукурудзи потрібно дотримуватись оптимальної агротехніки, одним з елементів якої є щільність посіву. Особливо важливо при вирощуванні ліній-батьківських компонентів та гібридів кукурудзи вибрати відповідну до генотипу густоту, яка дозволить досягти максимальної врожайності насіння та зерна, не погіршуючи при цьому його якісних показників.

Для широкого впровадження у виробництво нових високопродуктивних гібридів кукурудзи необхідне стабільне виробництво насіння вихідних батьківських форм – самозапилених ліній, які на сьогодні характеризуються порівняно низьким рівнем продуктивності та суттєво реагують на зміну умов вирощування. Батьківськими компонентами гетерозисних гібридів є чисті самозапилені лінії, що різняться високою гомозиготністю. Оскільки кукурудза є перехреснозапильною культурою, примусове самозапилення для неї супроводжується явищем інцухт-депресії, що проявляється у комплексному зниженні біологічних показників, таких як ріст і розвиток, життєздатність й особливо насіннева продуктивність [1].

5.1 Вплив густоти рослин на формування продуктивності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи

Встановлено реакцію генотипу ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи на різну густоту рослин в посіві та кореляційно-регресійні залежності між морфологічними ознаками й урожайністю насіння.

Досліджено ознаку «маса 1000 насінин» у ліній – батьківських компонентів різних генетичних плазм та груп ФАО. Проведені в 2019–2021 рр. спостереження показали, що маса 1000 насінин залежить від генотипу лінії та густоти рослин.

Серед батьківських компонентів найвища маса 1000 насінин спостерігалась у середньостиглої лінії Змішаної генетичної плазми АВ30Б (ФАО 320) – в середньому 172,2 г. Найменшу масу (138,6 г в середньому) показала лінія плазми Змішана ОР26А (ФАО 240) (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Маса 1000 насінин ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від факторів досліду, г (середнє за 2019–2021 рр.)

Лінія – батьківський компонент (фактор А)	Густота рослин тис. рослин / га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
ОР26А (ФАО 240)	144,7	141,3	137,4	130,8	138,6
АВ20Б (ФАО 260)	155,9	151,1	142,3	133,4	145,7
ОР28А (ФАО 260)	164,4	158,9	153,8	141,2	154,6
ОР32А (ФАО 320)	187,1	172,4	161,4	151,2	168,0
АВ30Б (ФАО 320)	192,2	181,9	165,5	149,3	172,2
Середнє за фактором В	168,9	161,1	152,1	141,2	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , г	А=1,15; В=1,19				

Генотип батьківської лінії мав найбільший істотний вплив на масу 1000 насінин ліній батьківських компонентів кукурудзи. Так, в середньому за роками найбільшу масу показали середньостиглі лінії ОР32А, АВ30Б, що є материнською та батьківською формами нового гібриду Зедан 32, за густоти 70 тис. рослин / га – в середньому 187,1–192,2 г.

За збільшення густоти до 80 тис. рослин / га маса 1000 насінин лінії АВ30Б мала тенденцію до зниження на 5,4 %, порівняно з густотою 70 тис. рослин / га і становила у середньому 181,9 г. Збільшення густоти до 100 тис. рослин / га призвело до різкого падіння маси 1000 зерен на 22,4 %, або до 149,3 г в середньому. Материнська лінія ОР32А мала тенденцію до зниження

крупності насіння за густоти рослин 70 тис. рослин / га і до 100 тис. рослин / га – в середньому на 35,9 г, або на 23 %.

Встановлено, що батьківські компоненти гібриду Зедан 32 лінії АВ30Б, ОР32А негативно реагують на загущення посівів.

У досліді всі лінії – батьківські компоненти максимальну масу 1000 зерен показали за густоти 70 тис. рослин – 168,9 г. Збільшення густоти посіву до 80 тис. рослин / га викликало зменшення маси 1000 зерен до 161,1 г, а за густоти 90 тис. рослин / га – до 152,1, збільшення густоти рослин до 100 тис. рослин / га призвело до різкого критичного зменшення маси 1000 насінин до 141,2 г.

Для максимального прояву ознаки «маса 1000 насінин» оптимальною виявлялась густота 70 тис. рослин / га. За густоти 100 тис. рослин / га всі лінії різних груп ФАО показали мінімальний прояв ознаки.

Для з'ясування, чи пов'язана маса 1000 насінин ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи з урожайністю насіння було розраховано величину кореляційного зв'язку. Встановлено наявність кореляційного зв'язку між врожайністю насіння батьківських ліній кукурудзи та масою 1000 насінин (рис. 5.1).

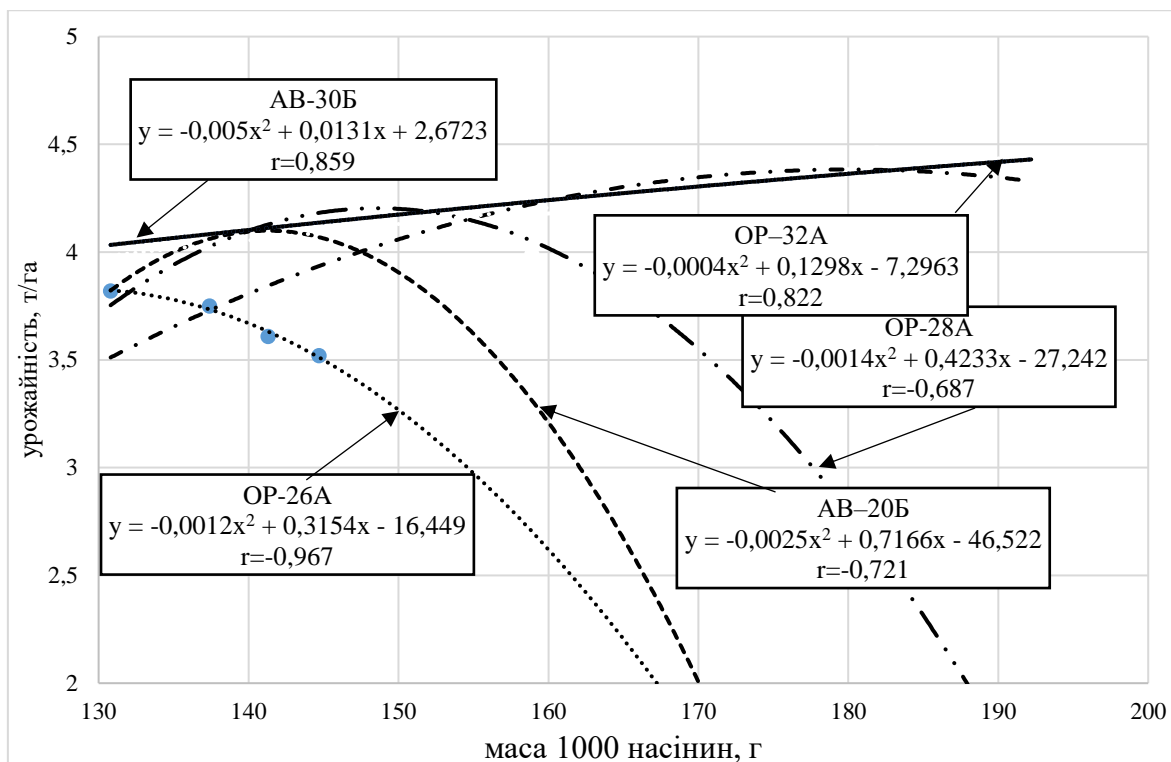


Рис. 5.1 Кореляційно-регресійні моделі залежності урожайності насіння ліній – батьківських компонентів та маси 1000 насінин за різних густот

Середньоранні лінії ОР26А (ФАО 240), АВ20Б (ФАО 260), ОР28А (ФАО 260) показали негативний зв'язок між урожайністю та масою 1000 насінин: $r = -0,967$, $r = -0,721$ та $r = -0,687$, це вказує на те, що у середньоранніх ліній збільшення маси 1000 насінин не призведе до збільшення урожайності насіння. Ці лінії мають невисокі генотипові показники крупності зерна, тому «примусове» збільшення маси 1000 зерна агротехнічними заходами за рахунок зрідженості посіву призводить до різкого зниження урожайності насіння. Для цих ліній можливе збільшення щільності ценозу з мінімальними втратами маси 1000 насінин.

Середньостиглі лінії АВ30Б (ФАО 320), ОР-32А (ФАО 320) показали тісний позитивний кореляційний зв'язок між масою 1000 насінин та урожайністю насіння: $r = 0,859$ та $r = 0,822$, це сильна сила зв'язку за шкалою Чеддока. При показниках тісноти зв'язку, що перевищують 0,7, залежність результативної ознаки у від факторного x є високою.

У підсумку встановлено, що найвища врожайність насіння сформувалась у ліній АВ30Б, що пов'язано зі збільшеною тривалістю періоду вегетації і оптимізованою технологією (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Урожайність насіння ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від факторів досліду, т/га (середнє за 2019–2021 рр.)

Лінія - батьківський компонент (фактор А)	Густота росл. тис./га (фактор В)				В середньому за фактором А
	70	80	90	100	
ОР26А (ФАО 240)	3,52	3,61	3,75	3,82	3,68
АВ20Б (ФАО 260)	3,61	3,75	4,17	3,92	3,86
ОР28А (ФАО 260)	3,87	3,99	4,21	4,12	4,05
ОР32А (ФАО 320)	4,35	4,42	4,19	4,11	4,27
АВ30Б (ФАО 320)	4,39	4,46	4,21	4,19	4,31
Середнє за фактором В	3,95	4,05	4,11	4,03	
Оцінка істотності часткових відмінностей					
НІР ₀₅ , т/га	А=0,21; В=0,15				

В середньому за роками найбільша урожайність насіння 4,46 т/га була у середньостигла лінії АВ30Б (ФАО 320), яка є батьківською формою гібриду Зедан 32 (ФАО 320), плазма Змішана, за густоти 80 тис. рослин / га. За густоти 90 тис. рослин / га врожайність склала 4,21 т/га, за умови загущення посівів до 90 тис. рослин / га спостерігалось зниження урожайності до 4,19 т/га.

Середньостигла лінія ОР32А (ФАО 320), яка є материнською формою гібриду Зедан 32 (ФАО 320), плазма Змішана, також максимальну врожайність показала за густоти 80 тис. рослин / га, що становила 4,42 т/га. За густоти 100 тис. рослин / га спостерігалась мінімальна урожайність – 4,11 т/га.

Середньорання лінія ОР28А (ФАО 260) – материнська форма гібриду Зедан 28 (ФАО 260), плазма Змішана, – максимальну врожайність показала за густоти рослин 90 тис. рослин / га (4,21 т/га), мінімальну – за густоти 70 тис. рослин / га (3,87 т/га).

Середньорання лінія АВ20Б (ФАО 260), яка є батьківською формою гібридів Зедан 26 (ФАО 240) і Зедан 28 (ФАО 260), плазма Змішана,

максимальну врожайність на рівні 4,17 т/га показала за густоти 90 тис. рослин / га, мінімальну 3,61 т/га – за густоти за густоти 70 тис. росл./га.

Середньорання лінія ОР26А (ФАО 240) – материнська форма гібриду Зедан 26 (ФАО 240), плазма Змішана, – максимальну врожайність показала за густоти рослин 100 тис. рослин / га (3,82 т/га), мінімальну – за густоти 70 тис. рослин / га (3,52 т/га) [2].

5.2 Структура врожаю та врожайність гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології

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 досліду. 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 [3–5].

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.

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

Важливим показником структури урожаю зерна кукурудзи є кількість зерен у ряді. Біометричний аналіз за показником кількості зерен у ряді показав, що істотна різниця встановлена у розрізі гібридів (табл.5.3).

Таблиця 5.3

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

Гібрид (фактор А)	Густота (фактор В)	Довжина качана, см	Довжина качана озерна, 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

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 урожаю качанів. Це озерненість качана – співвідношення між довжиною озерненого качана і стрижнем качана. Із літератури відомо, що показники озерненості качанів знаходяться на рівні 80–82 до 95 % [6]. 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 слабко 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» [7–9].

Нами були розраховані кореляційно-регресійні моделі сполученої мінливості окремих ознак структури качана і урожайності зерна у окремих гібридів кукурудзи (рис. 5.2).

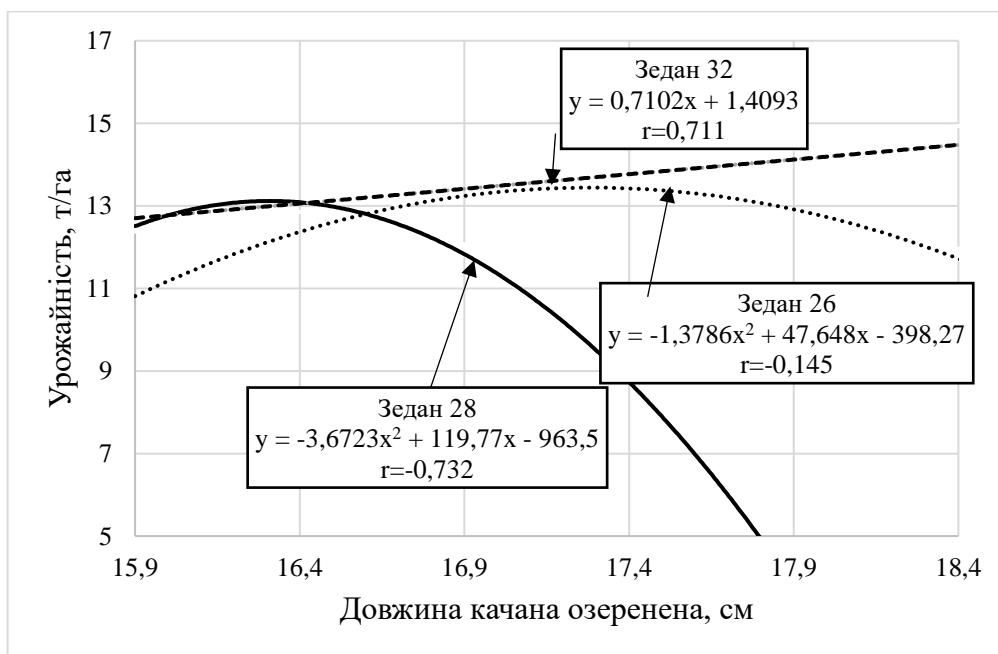


Рис. 5.2. Кореляційно-регресійні моделі залежності довжини качана озерненої гібридів кукурудзи та урожайності зерна за різних густот

Було встановлено, що довжина качана озерна позитивно корелює на високому рівні значущості у гібрида Зедан 32. Коефіцієнт кореляції становив 0,711, що вказує на можливість підвищення урожайності зерна за збільшення озерності качана. Ступінь озерності 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 озерної частини. Характерним є те, що густина рослин при цьому має мінімальне значення і технологічні заходи повинні спрямовуватись на підвищення озерності качана за мінливості щільності ценозу.

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. Густина 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 урожайністю зерна також мала генотипові особливості (рис. 5.3).

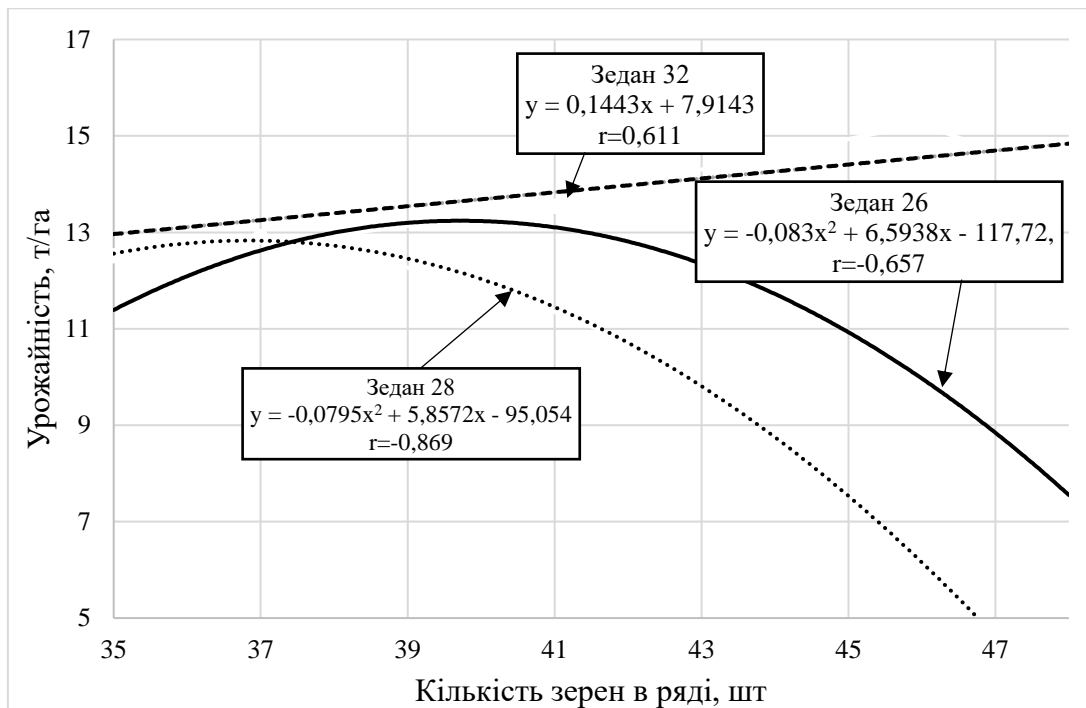


Рис. 5.3. Кореляційно-регресійні моделі залежності кількості зерен в ряді гібридів кукурудзи та урожайності зерна за різних густот

У гібриду Зедан 32 спостерігалась пряmolінійна кореляція на середньому рівні значущості, що вказує на можливості 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. 5.4).

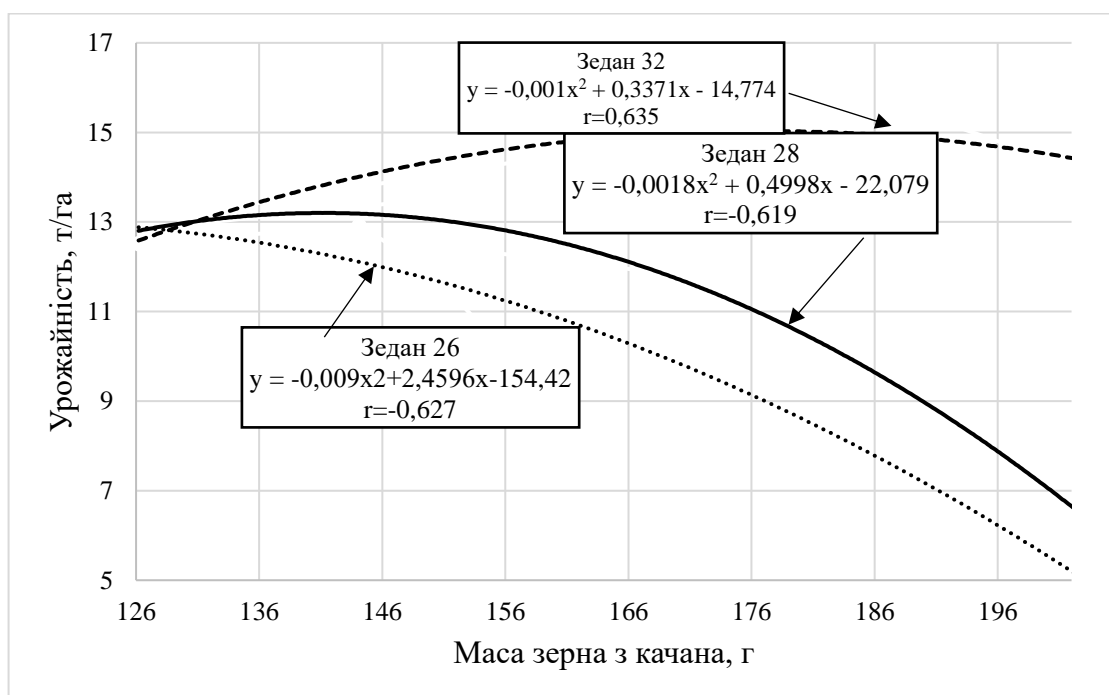


Рис. 5.4. Кореляційно-регресійні моделі залежності маси зерна з качана гібридів кукурудзи та урожайності зерна за різних густот

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.

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.

Середньоранній гібрид Зедан 26 (ФАО 240) максимальну врожайність зерна 12,92 т/га показав за щільності ценозу 90 тис. рослин / га. Зменшення густоти стояння рослин до 80 тис. рослин / га призвело до падіння врожаю зерна на 0,98 т/га, або 7,8 %, подальше зрідження посіву до 70 тис. рослин / га привело до зниження врожаю зерна на 2,17 т/га, або 17,1 %, загущення посіву до 100 тис. рослин / га викликало зниження врожаю на 0,40 т/га, або 3,2 %.

Гібрид середньоранньої групи Зедан 28 (ФАО 260) найбільшу врожайність зерна 13,54 т/га показав за густоти стояння рослин 90 тис. рослин / га. Зменшення щільності ценозу до 80 тис. рослин / га призвело до зменшення врожаю на 1,22 т/га, або 8,9 %, зрідження ценозу до 70 тис. рослин / га викликало падіння врожаю зерна на 1,71 т/га, або 12,6 %, в той же час загущення ценозу до 100 тис. рослин / га призвело до зменшення врожаю на 0,60 т/га, або 4,5 %.

Гібрид середньостиглої групи Зедан 32 (ФАО 320) максимальну врожайність зерна 15,24 т/га (найвищий показник в досліді з-поміж інших генотипів) показав за густоти 80 тис. рослин / га. Подальше зменшення густоти стояння рослин до 70 тис. рослин / га викликало падіння врожаю на 1,10 т/га,

або 7,3%, ріст щільності ценозу до 90 тис. рослин / га вплинуло на зменшення врожаю зерна кукурудзи на 0,61 т/га, або 3,9 %, а загушення посіву до 100 тис. рослин / га стало причиною різкого зменшення врожаю на 1,91 т/га, або 12,5 %.

Визначено, що для гібридів різних груп ФАО властива своя оптимальна густина стояння рослин для досягнення найбільшого врожаю зерна гібриду кукурудзи (рис. 5.5).

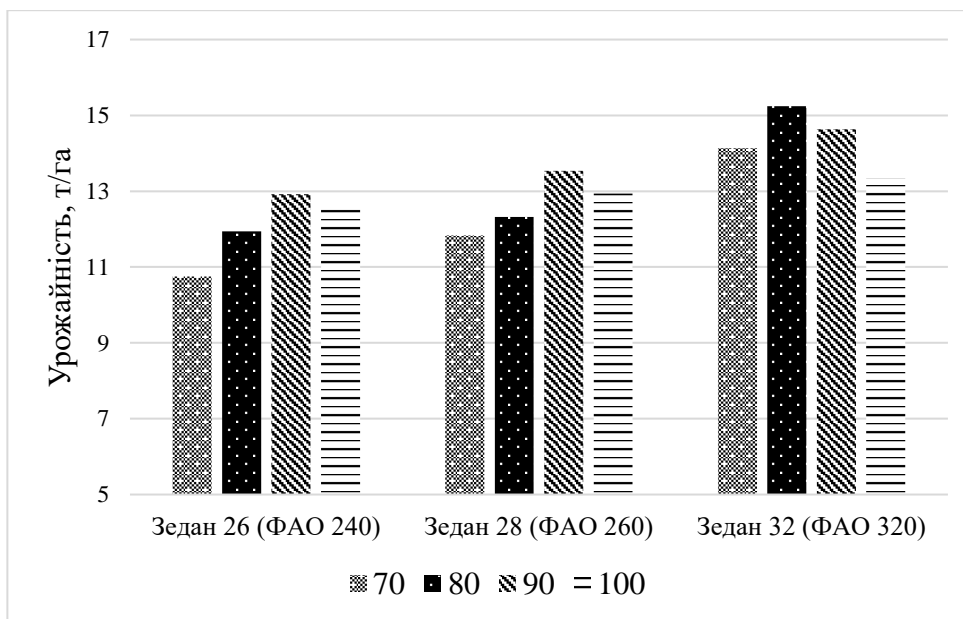


Рис 5.5. Залежність урожайності зерна кукурудзи гібридів різних груп ФАО від густоти рослин

Аналізуючи дані урожайності гібридів Зедан 26 (ФАО 240), Зедан 28 (ФАО 260) і Зедан 32 (ФАО 320), можна підсумувати: кожному гібриду притаманна своя оптимальна густина стояння рослин для отримання максимального врожаю. Середньостиглий гібрид Зедан 32 (ФАО 320) показує максимальну урожайність за густоти 80 тис. рослин / га та різко знижує урожайність при загущеності посівів до 100 тис. рослин / га. Середньоранні гібриди максимум урожайності показують за густоти 90 тис. рослин / га, збільшення ж або зменшення густоти рослин від оптимальної призводить до

зменшення врожаю зерна [10].

Висновки до розділу 5

1. Встановлено, що ріст і розвиток рослин, формування урожайності батьківських компонентів кукурудзи та гібридів впродовж періоду вегетації за різних густот стояння у різних груп стиглості проходили диференційовано.
2. Найбільший істотний вплив на масу 1000 насінин мав генотип батьківської лінії кукурудзи: найбільшу масу (в середньому 187,1–192,2 г) показали середньостиглі лінії ОР32А і АВ30Б за густоти 70 тис. рослин / га. Загалом усі лінії – батьківські компоненти максимальну масу 1000 зерен показали за густоти 70 тис. рослин / га (у середньому 168,9 г), яку можна вважати оптимальною. Збільшення густоти посіву до 80, 90 і 100 тис. рослин / га викликало зменшення показників досліджуваної ознаки.
3. Середньоранні лінії ОР26А (ФАО 240), АВ20Б (ФАО 260), ОР28А (ФАО 260) показали негативний зв'язок між урожайністю та масою 1000 насінин: $r = -0,967$, $-0,721$ та $-0,687$. Ці лінії мають невисокі генотипові показники крупності зерна, тому збільшення маси 1000 зерна агротехнічними заходами за рахунок зрідженості посіву призводить до різкого зниження урожайності насіння. Середньостиглі лінії АВ30Б (ФАО 320), ОР32А (ФАО 320) показали тісний позитивний кореляційний зв'язок між масою 1000 насінин та урожайністю насіння: $r = 0,859$ та $0,822$ відповідно.
4. Батьківські компоненти по-різному реагували на густоту рослин, оптимальну площу живлення треба встановлювати індивідуально для кожного генотипу. Найвища врожайність насіння – 4,46 т/га сформувалась у лінії АВ30Б (ФАО 320), що пов'язано зі збільшеною тривалістю періоду вегетації і оптимізованою технологією.

5. 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. Порівнюючи із густотою 100 тис. росл./га маса качана була більшою на 27,6 – 69,1 г.
6. 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.
7. Для отримання максимальної урожайності кожного гібрида в умовах Центрального Лісостепу України необхідно враховувати особливості їх реакції на щільність ценозу посіву.

За матеріалами розділу опубліковано дві наукових праці [2, 10].

Список використаних джерел у розділі 5:

1. Абельмасов О. В., Бебех А. В. Особливості прояву основних елементів структури врожайності самозапилених ліній кукурудзи в різних умовах вирощування. *Plant varieties studying and protection*. 2018. №14(2). С.209–214. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771>.
2. Скакун В. М., Марченко Т. Ю. Реакція генотипів ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи на різну щільність ценозу. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 105–113. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.15>.
3. 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>.
4. 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>.
 5. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. №64. С.120–132.
 6. 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.
 7. Zarei B., 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/IJACS/2012/4-20/1519-1522>.
 8. 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>.
 9. 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>.
 10. Скакун В. М., Марченко Т. Ю. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології. *Аграрні інновації*. 2022. №16. С.135–142. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.21>.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ЛІНІЙ БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП ФАО В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ

Ринок зерна на сьогодні є одним із головних сегментів продовольчого балансу України, який має стратегічну та соціально-економічну значимість, здатний забезпечити значний мультиплікативний ефект. Вирішення продовольчої проблеми в сучасних умовах визначається, головним чином, рівнем розвитку зернового виробництва та стабільним й ефективним функціонуванням ринку зерна. Ринок зерна можна розглядати як складний механізм, складовими якого виступають організаційні, правові та економічні інструменти, що забезпечують взаємодію та узгодження інтересів учасників цього ринку і регулюють виробництво, обмін, розподіл та споживання зерна. Удосконалення державної політики в Україні відносно суб'єктів зернового ринку дало можливість значно підвищити урожайність культур та збільшити обсяги виробництва [1]. Проте в даній сфері ще сконцентровано ряд проблем, які потребують невідкладного вирішення.

Основними виробниками зерна кукурудзи в світі є США, Китай, Бразилія, ЄС, Україна, Аргентина, Індія та Мексика, які разом формують 81,9–83,4% світового обсягу виробництва, займаючи 65,8–67,4% загальносвітової площі кукурудзи. Найпотужнішим виробником зерна кукурудзи у світі є США, які виробляють 345,51–384,78 млн т (або 35,4–35,8% загальносвітового валового збору зерна цієї культури). Другу позицію посідає Китай, що забезпечує 20,4–23,1% загальносвітового валового збору зерна кукурудзи, однак для задоволення власних потреб здійснює й імпорт кукурудзи. Третю сходинку посідає Бразилія, яка формує 6,9–9,2% світового валового збору зерна кукурудзи. Великим виробником кукурудзи у світі є країни ЄС, проте для покриття попиту вони також його імпортують із інших країн Східної Європи,

Північної та Південної Америки. Одним із основних постачальників кукурудзи в ЄС останніми роками є Україна [2].

Масштабні трансформаційні процеси експортної спрямованості України актуалізують проблему збільшення експортних можливостей держави та розширення експорту продовольства в нові об'єднання та країни [3].

Проте, як підкреслили І. Кириленко, В. Івченко та В. Дем'янчук, «Україна, незважаючи на достатньо суттєвий термін її незалежності, нині перебуває лише на початковому етапі входження у світовий продовольчий ринок, адже у вітчизняному експорті продовольства переважає сировинна складова або продукція з незначною доданою вартістю (зернові, рослинні олії, цукор тощо), а експорт готової продукції харчування не набув суттєвих обсягів» [4].

Останніми роками спостерігається збільшення загального виробництва зерна кукурудзи. Зростання попиту на нього на світовому ринку стало поштовхом для національних виробників до розширення посівних площ. Так, за десятирічний період вона збільшилась майже вдвічі, а також відбулось відповідне нарощування експорту кукурудзи. Кукурудза належить нині до однієї з культур, що стали найбільш рентабельними для агровиробництва. Їх головні переваги – широкий ринок збуту і позитивна економіка виробництва. На сучасному етапі внутрішній ринок кукурудзи має ознаки недосконалої конкуренції, а функціонування ринку характеризується незбалансованістю попиту й пропозиції, стихійністю, нерозвиненою інфраструктурою [5].

Підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва передбачає збільшення обсягів виробництва продукції з мінімальними витратами на її одиницю. Отже, необхідно збільшувати врожайність с/г культур та знижувати собівартість продукції.

З'ясовано економічну оцінку технологій вирощування насіння ліній–батьківських компонентів та зернових гібридів кукурудзи різних груп ФАО при вирощуванні в умовах Центрального Лісостепу України.

Відповідно до даних технологічних карт та додатковими нормативними матеріалами, наведеними в методиці дослідження, нами проведений розрахунок фінансових витрат і їх ефективність при вирощуванні на зерно гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

За результатами аналізу економічних показників вирощування ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи встановлено, що найбільша вартість валової продукції з 1 га була одержана на посівах лінії-батьківського компоненту АВ30Б за густоти 70 тис. росл./га – 129,34 грн/га. В цьому варіанті також була встановлена найменша собівартість однієї тонни насіння – 10,01 тис. грн/т (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Економічна ефективність вирощування ліній-батьківських компонентів залежно від густоти (середнє за 2019–2021 рр.)

Лінія (фактор А)	Густина рослин (фактор В)	Урожайність, т/га	Витрати, тис. грн/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Собівартість продукції, тис. грн/т	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
ОР26А (ФАО 240)	70	3,52	42,25	102,08	12,00	90,08	213
	80	3,61	42,35	104,69	11,73	92,96	220
	90	3,75	42,85	108,75	11,43	97,32	227
	100	3,82	42,95	110,78	11,24	99,54	232
АВ20Б (ФАО 260)	70	3,61	43,55	104,69	12,06	92,63	213
	80	3,75	43,95	108,75	11,72	97,03	221
	90	4,17	44,25	120,93	10,61	110,32	249
	100	3,92	44,55	113,68	11,36	102,32	230
ОР28А (ФАО 260)	70	3,87	43,55	112,23	11,25	100,98	232
	80	3,99	43,95	115,71	11,02	104,69	238
	90	4,21	44,45	122,09	10,56	111,53	251
	100	4,12	44,55	119,48	10,81	108,67	244
ОР32А (ФАО 320)	70	4,35	46,25	126,15	10,63	115,52	250
	80	4,42	46,65	128,18	10,55	117,63	252
	90	4,19	47,15	121,51	11,25	110,26	234
	100	4,11	47,25	119,19	11,50	107,69	228
АВ30Б (ФАО 320)	70	4,39	46,25	127,31	10,54	116,77	252
	80	4,46	46,65	129,34	10,46	118,88	255
	90	4,21	47,15	122,09	11,20	110,89	235
	100	4,19	47,25	121,51	11,28	110,23	233

Вартість валової продукції з 1 га за різної густоти була максимальною у лінії-батьківського компоненту АВ30Б і склала за варіантами дослідів від 110,23 до 118,88 тис. грн/га. Дещо меншою вона була у батьківського компоненту ОР32А – 107,69–117,63 тис. грн/га, ще меншою встановлена у батьківського ОР28А – 100,98–111,53 тис. грн/га. Найменшою вартість валової продукції була у лінії ОР26А – 90,08 – 99,54 тис. грн/га. Враховуючи виробничі витрати на вирощування кукурудзи слід відмітити, що найбільше прибутковим та найменше затратним агрозаходом виявився такий фактор як густина рослин. За рахунок підвищення врожайності зерна кукурудзи і зниження технологічних витрат чистий прибуток складає 90,08 – 118,88 тис. гривень з гектара.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність був у батьківського компоненту АВ30Б за густоти 80 тис. рослин/га – 118,88 тис. грн/га та 255 % відповідно.

У батьківського компоненту ОР26А найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність зафіксовано за густоти рослин 100 тис. росл./га – 99,54 тис. грн/га та 232 % відповідно.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії АВ-20Б були за густоти рослин 90 тис. росл./га – 110,32 тис. грн/га та 249 % відповідно.

У лінії ОР28А найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність були за густоти рослин 90 тис. росл./га – 111,53 тис. грн/га та 251% відповідно.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ОР32А були за густоти рослин 80 тис. росл./га – 117,63 тис. грн/га та 252 % відповідно.

У комплексі агротехнологічних і організаційно-економічних заходів, які створюють умови для стабілізації обсягів виробництва зерна кукурудзи та підвищення її конкуренто-спроможності важливе місце посідає раціональне використання генетичного потенціалу її сортових ресурсів. Процес

інтенсифікації виробництва зерна кукурудзи тісно пов'язаний з використанням новітніх досягнень в галузі селекції і насінництва. Впровадження нових більш продуктивних, стійких до несприятливих природно-кліматичних умов і хвороб гібридів кукурудзи, оновлення сортименту насіння високих репродукцій дає змогу збільшити врожайність зерна цієї культури на 20–25 % [6, 7].

Результати розрахунків економічної ефективності вирощування гібридів кукурудзи на зерно свідчать про те, що вартість валової продукції гібридів культури коливалась в широкому спектрі: від 43,00 тис. грн/га у гібриду Зедан 26 за густоти рослин 70 тис. росл./га до 60,96 тис. грн/га у гібриду Зедан 32 за густоти рослин 80 тис. рослин/га (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи
залежно від густоти рослин (середнє за 2019–2021 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густина рослин (фактор В)	Урожайність, т/га	Витрати, тис. грн/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Собівартість продукції, тис. грн/т	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
Зедан 26 (ФАО 240)	70	10,75	18,50	43,00	1,72	24,50	132
	80	11,94	18,70	47,76	1,57	29,06	155
	90	12,92	18,80	51,68	1,46	32,88	175
	100	12,52	18,90	50,08	1,51	31,18	165
Зедан 28 (ФАО 260)	70	11,83	18,60	47,32	1,57	28,72	154
	80	12,32	19,10	49,28	1,55	30,18	158
	90	13,54	19,20	54,16	1,42	34,96	182
	100	12,94	19,30	51,76	1,49	32,46	168
Зедан 32 (ФАО 320)	70	14,14	19,60	56,56	1,39	36,96	189
	80	15,24	19,70	60,96	1,29	41,26	209
	90	14,63	19,70	58,52	1,35	38,82	197
	100	13,33	19,90	53,32	1,49	33,42	168

Собівартість продукції залежала від гібриду та густоти рослин. Так максимальних значень 1,72 тис. грн/т собівартість продукції сягала за вирощування гібриду Зедан 26 за густоти 70 тис. рослин/га, а найнижчою собівартість продукції була у гібриду Зедан 32 за густоти 80 тис. рослин/га – 1,29 тис. грн/т.

Розрахунки умовно чистого прибутку виробництва гібридів кукурудзи свідчать, що максимальне значення умовно чистого прибутку – 41,26 тис. грн/га, спостерігалось у середньостиглого гібриду Зедан 32 за густоти 80 тис. росл./га.

Рівень рентабельності виробництва напряду залежить від досліджених показників. За густоти 90 та 80 тис. росл./га у середньостиглого гібриду Зедан 32 показник рівня рентабельності був максимальний – 197 та 209 % відповідно.

Щодо економічних показників вирощування гібридів кукурудзи за різних густот стояння рослин, в середньому за роки досліджень, отримані результати: рівень собівартості продукції значним чином залежав від густоти. Так за густоти 70 тис. росл./га він коливався від 1,39 до 1,72 тис. грн/т, за густоти 80 тис. росл./га – від 1,29 до 1,57 тис. грн/т; за густоти 90 тис. росл./га – від 1,35 до 1,46 тис. грн/т; за густоти 100 тис. росл./га – від 1,49 до 1,51 тис. грн/т.

Собівартість продукції максимально коливається, якщо порівнювати її по гібридах різних груп стиглості. Так у гібриду Зедан 26 собівартість склала 1,46–1,72 тис. грн/т, у гібриду Зедан 28 – 1,42–1,57 тис. грн/т, у середньостиглого гібриду Зедан 32 – 1,29–1,49 тис. грн/т.

Вартість валової продукції з 1 га за різної густоти була максимальною у лінії-батьківського компоненту АВ-30Б і склала за варіантами дослідів від 110,23 до 118,88 тис. грн/га, найменшою вартість валової продукції була у лінії ОР-26А – 90,08 – 99,54 тис. грн/га.

Найбільша урожайність насіння зафіксована у лінії АВ30Б (4,46 т/га) за густоти 80 тис. рослин/га. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у батьківського компоненту АВ30Б за густоти 80 тис. рослин/га – 118,88 тис. грн/га та 255 % відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у батьківського компоненту ОР26А за густоти рослин 100 тис. росл./га – 99,54 тис. грн/га та 232 % відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії АВ20Б був за густоти рослин 90 тис. росл./га – 110,32 тис. грн/га та 249 % відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ОР28А за густоти рослин 90 тис. росл./га – 111,53 тис. грн/га та 251% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ОР32А за густоти рослин 80 тис. росл./га – 117,63 тис. грн/га та 252 % відповідно.

Вартість валової зернової продукції гібридів культури коливалась від 43,00 тис. грн/га у гібриду Зедан 26 за густоти рослин 70 тис. росл./га до 60,96 тис. грн/га у гібриду Зедан 32 за густоти рослин 80 тис. рослин/га.

Показник рівня рентабельності був максимальний – 197, 209 % за густоти 90 та 80 тис. росл./га у середньостиглого гібриду Зедан 32.

Рівень собівартості продукції значним чином залежав від густоти. Так за густоти 70 тис. росл./га він коливався від 1,39 до 1,72 тис. грн/т, за густоти 80 тис. росл./га від 1,29 до 1,57 тис. грн/т, за густоти 90 тис. росл./га від 1,35 до 1,46 тис. грн/т, за густоти 100 тис. росл./га від 1,49 до 1,51 тис. грн/т. У гібриду Зедан 26 собівартість складала 1,46–1,72 тис. грн/т, у гібриду Зедан 28 – 1,42–1,57 тис. грн/т, у середньостиглого гібриду Зедан 32 – 1,29–1,49 тис. грн/т.

Висновки до розділу 6

1. Доведено, що найбільш прибутковим та найменш затратним агрозаходом виявився такий фактор як густина рослин. За рахунок підвищення врожайності насіння ліній кукурудзи і зниження

технологічних витрат, чистий прибуток може складати 90,08 – 117,63 тис. гривень з гектара.

2. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність був у батьківського компоненту АВ30Б за густоти 80 тис. рослин/га – 118,88 тис. грн/га та 255 % відповідно. У батьківського компоненту ОР26А найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність зафіксовано за густоти рослин 100 тис. росл./га – 99,54 тис. грн/га та 232 % відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії АВ20Б були за густоти рослин 90 тис. росл./га – 110,32 тис. грн/га та 249 % відповідно. У лінії ОР28А найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність були за густоти рослин 90 тис. росл./га – 111,53 тис. грн/га та 251% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ОР32А були за густоти рослин 80 тис. росл./га – 117,63 тис. грн/га та 252 % відповідно.
3. Встановлено, у середньостиглого гібриду Зедан 32 за густоти 80 тис. росл/га. була найнижчою собівартість продукції – 1,29 тис. грн/т., максимальне значення умовно чистого прибутку (41,26 тис. грн/га) та показник рівня рентабельності був максимальний – 209 %.

За матеріалами розділу опубліковано одна наукова праця [8].

Список використаних джерел у розділі 6:

1. Грідін О. В. Сучасний стан та тенденції розвитку сфер виробництва, переробки та реалізації зерна: український та загальносвітовий контекст. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2018. № 3(14). С. 54–62. URL: <http://www.easterneurope-ebm.in.ua/14-2018-ukr>.

2. Семенда Д. К., Семенда О. В., Семенда О. В. Сучасний стан та шляхи підвищення економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи. *Агросвіт*. 2020. № 3. С. 43–49.
3. Черемісіна С. Г. Стан та перспективи розвитку експорту зернових культур з України до країн Африки. *Економіка АПК*. 2021. № 3. С. 33–43.
4. Кириленко І. Г., Івченко В. Є., Дем'янчук В. В. Основні тенденції розвитку світового продовольчого ринку та виробництво продовольства в Україні. *Економіка АПК*. 2018. № 9. С. 34–45.
5. Грідін О. В. Зернопродуктовий підкомплекс України: сучасний стан, актуальні проблеми та перспективи розвитку. *Актуальні проблеми інноваційної економіки*. 2017. № 1. С. 21–27.
6. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Забара П. П. Селекційні надбання та їх роль в стабілізації виробництва зерна кукурудзи в Україні. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 72. С.160–174. <http://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.21>.
7. Vozhehova Raisa, Marchenko Tetyana, Piliarska Olena, Lavrynenko Yurii, Halchenko Nataliya, Pavlo Lykhovyd. Grain corn product yield and gross value depending on the hybrids and application of biopreparations in the irrigated conditions. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2021. Vol. 21, Issue 4. P. 611–619.
8. Скакун В. М., Марченко Т. Ю., Завальнюк О. І. Економічна оцінка вирощування ліній батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах Центрального Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С.100–105. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.16>.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено наукове обґрунтування та нове вирішення актуальної наукової проблеми, яка полягає у розробці та вдосконаленні технологічних заходів вирощування новостворених лінії–батьківських компонентів на ділянках розмноження та інноваційних гібридів кукурудзи з метою отримання високої продуктивності та якості врожаю насіння та зерна за використання елементів технології в умовах Центрального Лісостепу України.

1. Встановлено, що висота рослин батьківського компоненту ОР26А (ФАО 240) збільшувалась на 5,4% за збільшення густоти від 70 до 100 тис. рослин / га, у лінії АВ20Б (ФАО 260) збільшувалась на 6,1%, лінії ОР28А (ФАО 260) – на 8,7%, лінії ОР32А (ФАО 320) – на 5,1%, лінії АВ30Б (ФАО 320) – на 4,7%. Для кожної інбредної лінії існує індивідуальний оптимум висоти рослин, що забезпечує найвищий рівень урожайності насіння. Такий оптимум не пов'язаний з групою стиглості ліній, а є результатом генотип-середовищної реакції на агротехнічні заходи.
2. Висота прикріплення верхнього качана у ліній змінювалась в межах – від 66,8 до 97,5 см. Найвище він розташовувався у середньостиглої лінії АВ30Б (в середньому на рівні 95,3 см), а найнижче – у середньоранньої лінії ОР26А (в середньому 69,1 см). Густотою рослин можливо реагувати висоту кріплення качана у Ліній.
3. Встановлено високий коефіцієнт кореляції між висотою прикріплення верхнього качана й урожайністю насіння ліній ($r = 0,383...0,959$), що вказує на можливість візуального проведення попередніх доборів на підвищення продуктивності за прикріпленням верхнього качана.
4. Генотип гібриду кукурудзи істотно впливав на висоту рослин, найбільші значення якої у середньому становила – 283,1 см у гібриду Зедан 32. Найменша висота була у середньораннього гібриду Зедан 26 і дорівнювала 245,4 см. Збільшення висоти рослин від загущення

ценозу з 70 до 100 тис. росл./га склало 11,5 см, або 4,2 %. Кореляційно-регресійні залежності висоти рослин інноваційних гібридів кукурудзи та урожайності зерна носили різновекторний характер. Для кожного генотипу гібриду існував індивідуальний коефіцієнт кореляції та рівняння регресії за умов мінливості щільності ценозу рослин.

5. Висота прикріплення продуктивного качана у гібридів змінювалась у межах – від 96,1 до 114,9 см. Найвище він розташовувався у гібриду Зедан 32 (в середньому на рівні 113,6 см), а найнижче – у гібриду Зедан 26 (в середньому 97,6 см). Зафіксовано збільшення висоти кріплення качанів під час загущення посіву. Коефіцієнт кореляції між урожайністю зерна та висотою кріплення качана становив $r=0,562-0,758$, що вказує на можливість підвищувати технологічними заходами рівень розташування продуктивного качана.
6. «Індекс співвідношення висоти кріплення качана до висоти рослин» у інбредних ліній та гібридів переважно детермінується генотиповими особливостями і мінімально залежить від щільності ценозу. Прямої залежності «індексу співвідношення» та урожайності зерна гібридів та насіння ліній за різних густот рослин не було встановлено. Цей показник має високі можливості ідентифікації конкретного генотипу кукурудзи в системі встановлення автентичності генотипу і системі проведення сортового POSTcontrol.
7. Найбільша площа листків у рослин інбредних ліній кукурудзи була у лінії АВ30Б і у середньому становила $0,473 \text{ м}^2/\text{рослину}$, найменша площа була у лінії ОР26А – $0,336 \text{ м}^2/\text{рослину}$. Зменшення площі асиміляційного апарату однієї рослини від загущення посівів з 70 до 100 тис. рослин / га склало $0,035 \text{ м}^2/\text{рослину}$, або 8,0 %. Кореляційно-регресійні моделі залежності між урожайністю насіння інбредних ліній та площі асиміляційної поверхні за різних густот носили криволінійний характер. Максимальна реалізація генетичного

потенціалу урожайності насіння інбредних ліній можлива в межах індивідуально визначеного оптимуму густоти рослин.

8. Листкові індекси ліній–батьківських компонентів варіювали від мінімальних значень у лінії ОР26А – 2,44–3,25 до максимальних значень у лінії АВ30Б – 3,49–4,58 залежно від густоти рослин. Більші значення листкового індексу рослин батьківських компонентів всіх груп стиглості, відмічено за густоти 100 тис. рослин/га. Коефіцієнт кореляція між листковим індексом і урожайністю насіння показав у більш скоростиглих ліній позитивний зв'язок: у лінії ОР26А (ФАО 240) $r = 0,992$, у лінії АВ20Б (ФАО 260) $r = 0,723$, у лінії ОР28А (ФАО 260) $r = 0,844$. У більш пізньостиглих ліній ОР32А (ФАО 320) та АВ30Б (ФАО 320) спостерігався негативний зв'язок: $r = -0,864$ та $r = -0,835$. Криволінійна залежність врожайності з листковим індексом посіву засвідчує, що зростання листкового індексу інбредних ліній має певні межі: після перевищення величини 3,7 насіннева продуктивність батьківських компонентів у більшості ліній знижується.
9. Максимальний фотосинтетичний потенціал посівів ліній кукурудзи всіх груп ФАО спостерігався при загущенні до 100 тис. рослин / га – від 2086,4 тис. м²*діб (лінія ОР26А) до 3021,5 тис. м²*діб (Лінія АВ30Б), що прямо пов'язано з тривалістю вегетації батьківських компонентів. На фотосинтетичний потенціал ліній більший вплив мали генотипові особливості ліній – батьківських компонентів порівняно з густотою рослин.
10. Коефіцієнт кореляції між фотосинтетичним потенціалом і урожайністю насіння під впливом щільності ценозу проявив у більш скоростиглих ліній позитивний зв'язок: у лінії ОР26А (ФАО 240) $r = 0,982$, у лінії АВ20Б (ФАО 260) $r = 0,633$, у лінії ОР28А (ФАО 260) $r = 0,712$. У більш пізньостиглих ліній ОР32А (ФАО 320) та АВ30Б (ФАО 320) спостерігався негативний взаємозв'язок: $r = -0,834$ та $r = -0,844$

відповідно. Зростання фотосинтетичного потенціалу у скоростиглих ліній детерміновано зростанням густоти рослин, що може бути характерним тільки для генотипів зі скороченим періодом вегетації та меншими габітусами рослин.

11. Існує сильна позитивна залежність між площею листкової поверхні рослини та урожайності зерна гібридів кукурудзи. Коефіцієнти кореляції знаходились в межах $r = 0,778 - 0,945$ у всіх гібридів з урахуванням впливу щільності ценозу.
12. Найбільша урожайність насіння 4,46 т/га була у інбредної лінії АВ30Б, яка є батьківською формою гібриду Зедан 32 (ФАО 320), за густоти 80 тис. рослин / га. Середньостигла лінія ОР32А, яка є материнською формою гібриду Зедан 32 (ФАО 320), максимальну врожайність показала за густоти 80 тис. рослин / га – 4,42 т/га. Інбредна лінія ОР28А, що є материнською формою гібриду Зедан 28, максимальну врожайність насіння показала за густоти рослин 90 тис. рослин / га – 4,21 т/га. Середньорання лінія АВ20Б (ФАО 260), яка є батьківською формою гібридів Зедан 26 (ФАО 240) і Зедан 28 (ФАО 260), максимальну врожайність насіння на рівні 4,17 т/га показала за густоти 90 тис. рослин / га. Середньорання лінія ОР26А що є материнською формою гібриду Зедан 26 (ФАО 240), максимальну врожайність насіння показала за густоти рослин 100 тис. рослин / га – 3,82 т/га. Для кожної інбредної лінії повинна існувати оптимальна густота рослин, що визначається експериментальними дослідженнями в кожній агроекологічній зоні.
13. Середньоранній гібрид Зедан 26 (ФАО 240) максимальну врожайність зерна 12,92 т/га показав за щільності ценозу 90 тис. рослин / га. Гібрид середньоранньої групи Зедан 28 (ФАО 260) найбільшу врожайність зерна 13,54 т/га показав за густоти стояння рослин 90 тис. рослин / га. Гібрид кукурудзи інтенсивного типу Зедан 32 (ФАО 320) максимальну

врожайність зерна 15,24 т/га показав за густоти 80 тис. рослин / га. Кожному гібриду притаманна своя оптимальна густина стояння рослин для отримання максимального врожаю в агроекологічній зоні Центральний Лісостеп України.

14. Найбільший умовно чистий прибуток інбредна Лінії ОР26А забезпечувала за густоти 100 тис. рослин/га (99,54 тис. грн/га) з рентабельністю 232%. Лінія АВ20Б найбільший умовно чистий прибуток забезпечувала за густоти 90 тис рослин на га (110,32 тис. грн/га) з рентабельністю 249%. Інбредна Лінія ОР28А найбільший умовно чистий прибуток забезпечувала за густоти 90 тис. (111,53 тис. грн/га) з рентабельністю 251%. Інбредна Лінія ОР32А найбільший умовно чистий прибуток забезпечувала за густоти 80 тис. рослин/га (117,63 тис. грн/га) з рентабельністю 252%. Інбредна Лінія АВ30А найбільший умовно чистий прибуток забезпечувала за густоти 80 тис. рослин/га (118,88 тис. грн/га) з рентабельністю 255%.
15. За вирощування гібриду Зедан 26 в агроекологічній зоні Центральний Лісостеп України найбільший умовно чистий прибуток можна отримати за густоти рослин 90 тис. росл./га – 32,88 тис. грн/га з рентабельністю 175%. За вирощування гібриду Зедан 28 найбільший умовно чистий прибуток можна отримати за густоти 90 тис. рослин/га – 34,96 тис. грн/га з рентабельністю 172%. За вирощування гібриду інтенсивного типу Зедан 32 найбільший умовно чистий прибуток можна отримати за густоти 80 тис. рослин/га – 41,26 тис. грн/га з рентабельністю 209%.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА

1. Насіннєвим господарствам агроекологічної зони Центральний Лісостеп, що займаються розмноження інбредних ліній та закладенням ділянок гібридизації нових перспективних гібридів рекомендуємо:

Технологію вирощування середньостиглої лінії АВ30Б (ФАО 320), яка є батьківською формою гібриду Зедан 32 (ФАО 320), плазма Змішана, що передбачає густоту стояння рослин 80 тис. рослин / га для отримання максимального урожаю насіння – 4,46 т/га.

Середньостиглу лінію ОР32А (ФАО 320), яка є материнською формою гібриду Зедан 32 (ФАО 320), плазма Змішана, висівати за густоти 80 тис. рослин / га, що забезпечує урожайність насіння – 4,42 т/га.

За використання на ділянках розмноження або на ділянках гібридизації середньоранню лінію ОР28А (ФАО 260), що є материнською формою гібриду Зедан 28 (ФАО 260), плазма Змішана, рекомендуємо висівати за густоти рослин 90 тис. рослин / га, що забезпечує урожай 4,21 т/га насіння.

За використання на ділянках розмноження або на ділянках гібридизації середньоранньої лінії АВ20Б (ФАО 260), яка є батьківською формою гібридів Зедан 26 (ФАО 240) і Зедан 28 (ФАО 260), плазма Змішана, за густоти 90 тис. рослин / га для отримання максимального врожаю насіння на рівні 4,17 т/га.

За використання в насіннєвих господарствах на ділянках розмноження або на ділянках гібридизації середньоранньої лінії ОР26А (ФАО 240) – материнська форма гібриду Зедан 26 (ФАО 240), плазма Змішана, вирощувати за густоти рослин 100 тис. рослин / га, що забезпечує максимальну врожайність – 3,82 т/га.

2. Господарствам що займаються вирощування інноваційних гібридів кукурудзи на товарне зерно в зоні Центрального Лісостепу рекомендуємо:

За використання середньораннього гібрид Зедан 26 (ФАО 240) вирощувати за щільності ценозу 90 тис. рослин / га, що забезпечує максимальну врожайність зерна – 12,92 т/га.

За вирощування гібриду середньоранньої групи Зедан 28 (ФАО 260) за густоти стояння рослин 90 тис. рослин / га для отримання найбільшої врожайності зерна – 13,54 т/га.

За використання гібриду інтенсивного типу середньостиглої групи Зедан 32 (ФАО 320) вирощувати за густоти 80 тис. рослин / га для отримання максимальної врожайності зерна 15,24 т/га.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, у яких опубліковані основні результати дисертації

Наукові праці, які цитуються у наукометричних базах даних Scopus:

1. Marchenko Tetiana, **Skakun Vadim**, Lavrynenko Yurii, Zavalnyuk Oleksandr, Skakun Yehor. Biometric indicators and yield of corn hybrids depending on elements of agrotechnology. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 11. P. 90–99. <https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.90> (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

Статті у наукових фахових виданнях України

2. Скакун В. М., Марченко Т. Ю. Структура врожаю гібридів кукурудзи залежно від елементів агротехнології. *Аграрні інновації*. 2022. №16. С.135–142. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.16.21>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

3. Скакун В. М., Марченко Т. Ю. Реакція генотипів ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи на різну щільність ценозу. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С.105–113. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.15>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

4. Скакун В. М., Марченко Т. Ю., Завальнюк О. І. Особливості фотосинтетичної діяльності ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від елементів технології та економічна ефективність їх застосування. *Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць*. 2023. Вип. 79.

С.75–82. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.10>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

5. Скакун В. М., Марченко Т. Ю., Завальнюк О. І. Економічна оцінка вирощування ліній батьківських компонентів та гібридів кукурудзи різних груп ФАО в умовах Центрального Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С.100–105. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.16>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

6. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Пілярська О. О., Скакун В. М. Удосконалення елементів агротехніки вирощування нових гібридів кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2023. Том. 101. № 11. С. 5–11. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202311-01>. (Здобувачем проведено експериментальну роботу, аналіз та обговорення результатів дослідження)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

7. Скакун Вадим, Марченко Тетяна. Маса 1000 насінин лінії – батьківських компонентів кукурудзи залежно від густоти рослин. *Аграрна наука Західного Полісся. Інноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, 20 червня 2023 р. м. Рівне, Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН* С. 55–57.

8. Марченко Т.Ю., Скакун В.М., Лавриненко Ю.О. Біометричні показники ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи. *Інновації у сучасному агропромисловому виробництві* : збірник матеріалів міжнар. наук.-практ. конф., 21–22 вересня 2023 р. м. Одеса, Національна академія аграрних наук України, Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Одеська

державна сільськогосподарська дослідна станція ІКОСГ НААН, Одеський державний аграрний університет. С.63–66.

Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації

9. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221030. Кукурудза звичайна – гібрид Зедан 26 / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21009008 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.131 / Міністерство аграрної політики і продовольства України. https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf.

10. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221029. Кукурудза звичайна – гібрид Зедан 28 / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21009007 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.133 / Міністерство аграрної політики і продовольства України. https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf.

11. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221028. Кукурудза звичайна – гібрид Зедан 32 / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21009006 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.135 / Міністерство аграрної політики і продовольства України. https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf.

12. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221054. Кукурудза звичайна – батьківський компонент АВ20Б / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909011 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.263 / Міністерство аграрної політики і продовольства України. https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

13. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221053.

Кукурудза звичайна – батьківський компонент АВ30Б / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909010 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.264 / Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

14. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221052. Кукурудза звичайна – батьківський компонент ОР26А / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909009 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.324 / Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

15. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221055. Кукурудза звичайна – батьківський компонент ОР28А / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909012 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.325 / Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

16. Свідоцтво про державну реєстрацію сорту рослин № 221051. Кукурудза звичайна – батьківський компонент ОР32А / **Скакун В. М.**, Скакун О. О., Вожегова Л. С., Влащук О. А. Заявка № 21909008 від 14.01.2021. Опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2022. № 6. С.326/ Міністерство аграрної політики і продовольства України.
https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/2022/B_6_2022.pdf

ДОДАТОК В

Основні метеорологічні умови у вегетаційний період кукурудзи, 2019–2021 рр.

Місяць	Декада	Середня температура повітря °С	Відносна вологість повітря, %	Кількість опадів, мм	Температура повітря	
					t min	t max
1	2	3	4	5	6	7
2019						
Квітень	I	10,4	65,2	2,7	1,5	23,8
	II	12,8	62,3	0	3,7	24,7
	III	15,4	55,8	0	3,4	27,1
	За місяць	12,9	61,1	2,7	1,5	27,1
Травень	I	19	64,6	14,4	7,6	32,4
	II	17,4	64,4	3,8	5,1	26,9
	III	22,2	53,1	0,5	10,1	31,7
	За місяць	19,5	60,7	18,7	5,1	32,4
Червень	I	19,7	52,1	0	8,7	31,5
	II	23,6	48,5	2,5	14,6	36,8
	III	24	58,8	8,7	10,0	36,7
	За місяць	22,4	53,1	11,2	8,7	36,8
Липень	I	23,6	55,5	0,4	13,7	35,4
	II	24,2	64,8	7,8	17,4	33,7
	III	24,5	72,6	28,7	18,1	34,0
	За місяць	24,1	64,3	36,9	13,7	35,4
Серпень	I	25,7	49,3	0	16,7	34,1
	II	25,1	44,4	0	14,2	38,2
	III	24,1	38,6	0	13,1	36,6
	За місяць	25,0	44,1	0	13,1	38,2
Вересень	I	22,0	50,8	3,3	19,0	34,1
	II	19,3	63,0	9,2	8,1	30,0
	III	14,8	66,3	7,0	2,8	49,7
	За місяць	18,7	60,0	19,5	2,8	49,7
2020						
Квітень	I	8,7	59	1,3	-4,9	21,0
	II	8,8	79	37,6	1,5	19,3
	III	13,4	51	0	1,3	23,8
	За місяць	10,3	63	38,9	-4,9	23,8
	I	13,7	71	6,8	4,1	22,8

Травень	II	18,2	74	11,1	7,5	30,0
	III	20,1	72	24,5	10,8	31,8
	За місяць	17,4	72	42,4	4,1	31,8
Червень	I	23,4	67	1,8	13,1	34,0
	II	25,6	50	7,1	15,3	35,2
	III	24,5	49	5,2	11,6	36,8
	За місяць	24,5	56	14,1	11,6	36,8
Липень	I	23,0	55	23,3	13,5	33,4
	II	21,2	55	35,7	12,0	30,5
	III	25,4	52	2,7	16,4	34,6
	За місяць	23,3	54	61,7	12,0	34,6
Серпень	I	21,5	60	47,6	12,4	31,4
	II	23,1	57	0	12,8	33,2
	III	25,2	43	0	9,9	36,3
	За місяць	23,2	53	47,6	9,9	36,3
Вересень	I	21,2	55	13,7	10,5	34,6
	II	17,9	48	0	4,3	30,0
	III	13,5	64	25,9	-0,5	25,1
	За місяць	17,5	56	39,6	-0,5	34,6
2021						
Квітень	I	7,6	48	0	-5,0	22,4
	II	9,7	60	5,7	-2,0	20,2
	III	11,1	54	1,8	1,4	23,4
	За місяць	9,5	54	7,5	-5,0	23,4
Травень	I	14,6	65	9,2	1,8	25,5
	II	15,6	61	10,9	0,8	29,5
	III	14,5	71	22,3	4,6	24,3
	За місяць	14,9	66	42,4	0,8	29,5
Червень	I	19,8	62	7,1	8,0	35,1
	II	22,6	68	36,2	13,1	34,8
	III	24,1	61	16,0	13,7	33,3
	За місяць	22,2	64	59,3	8,0	35,1
Липень	I	26,5	50	9,3	13,8	38,5
	II	23,7	48	0	11,5	34,5
	III	23,9	62	44,9	12,2	36,9
	За місяць	24,7	53	54,2	11,5	38,5
Серпень	I	24,7	52	3,1	13,7	37,2
	II	22,0	50	36,0	12,0	32,6
	III	22,7	53	5,1	10,0	34,0

	За місяць	23,1	51	44,2	10,0	37,2
Вересень	I	23,1	56	5,5	10,3	26,5
	II	19,9	46	0	5,0	27,2
	III	18,3	64	16,0	5,6	22,0
	За місяць	20,4	55	21,5	5,0	27,2

АКТ
про впровадження результатів досліджень
№ 2 від 10.10.2023 року

Автор розробки: Скакун-Вадим Михайлович

Назва розробки за темою «Оптимізація елементів технології вирощування інноваційних гібридів кукурудзи в умовах Центрального Лісостепу України»

Коротка характеристика роботи	Результати впровадження
Впродовж 2019-2023 рр. у сільськогосподарському виробничому кооперативі «ПЕРЕМОГА» с. Клепачі, Хорольський р-н, Полтавська обл. було використано розробку аспіранта Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН Скакуна Вадима Михайловича за рекомендацією автора висівали лінії-батьківські компоненти гібридів кукурудзи –	Площа – 40,0 га Урожайність зерна за існуючої технології – 7,11-8,45 т/га Урожайність зерна за впровадженої технології – 12,92-15,24 т/га
Зедан 26 – 90 тис. рослин на гектар; Зедан 28 – 90 тис. рослин на гектар; Зедан 32 – 80 тис. рослин на гектар	Економічний ефект від впровадження: Умовно чистий прибуток - - 32-41 тис. грн/га Рентабельність – 155-209 %

Представник господарства, в якому впроваджена розробка
Директор СВК «ПЕРЕМОГА»

М.П.



Акт
про впровадження результатів досліджень
№ 1 від 10.10.2023 року

Автор розробки: Скакун.Вадим Михайлович

Назва розробки за темою «Оптимізація елементів технології вирощування
лінії-батьківських компонентів інноваційних гібридів кукурудзи в умовах
Центрального Лісостепу України»

Коротка характеристика роботи	Результати впровадження
Впродовж 2019-2023 рр. у сільськогосподарському виробничому кооперативі «ПЕРЕМОГА» с. Клепачі, Хорольський р-н, Полтавська обл. було використано розробку аспіранта Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН Скакуна Вадима Михайловича за рекомендацією автора висівали лінії-батьківські компоненти гібридів кукурудзи – ОР26А – 100 тис. рослин на гектар; АВ20Б – 90 тис. рослин на гектар; ОР28А – 90 тис. рослин на гектар; ОР32А – 80 тис. рослин на гектар; АВ30Б – 80 тис. рослин на гектар;	Площа – 40,0 га
	Урожайність насіння за існуючої технології – 3,11-3,45 т/га
	Урожайність насіння за впровадженої технології – 3,52-4,46 т/га
	Економічний ефект від впровадження: Умовно чистий прибуток - - 90-117 тис. грн/га Рентабельність – 90-118 %

Представник господарства, в якому впроваджена розробка
Директор СВК «ПЕРЕМОГА»

М.П.





Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 221051

про державну реєстрацію сорту рослини

ОР32А

назва сорту

Кукурудза звичайна - батьківський компонент

Zea mays L.

ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **21909008** **14.01.2021**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослин

Скакун Вадим Михайлович

Скакун Оксана Олександрівна

Вожегова Лариса Сергіївна

Влащук Оксана Анатоліївна

Дата державної реєстрації: **31.12.2022**

Директор Департаменту
аграрного розвитку

Ігор ВІШТАК



Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 221052

про державну реєстрацію сорту рослини

OP26A

назва сорту

Кукурудза звичайна - батьківський компонент

Zea mays L.

ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **21909009** **14.01.2021**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослин

Скакун Вадим Михайлович
Скакун Оксана Олександрівна
Вожегова Лариса Сергіївна
Влащук Оксана Анатоліївна

Дата державної реєстрації: **31.12.2022**

Директор Департаменту
аграрного розвитку

Ігор ВІШТАК





Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 221055

про державну реєстрацію сорту рослини

ОР28А

назва сорту

Кукурудза звичайна - батьківський компонент

Zea mays L.

ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **21909012** **14.01.2021**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослин

Скакун Вадим Михайлович
Скакун Оксана Олександрівна
Вожегова Лариса Сергіївна
Влащук Оксана Анатоліївна

Дата державної реєстрації: **31.12.2022**

Директор Департаменту
аграрного розвитку



Ігор ВІШТАК



Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 221028

про державну реєстрацію сорту рослини

Зедан 32

назва сорту

Кукурудза звичайна

Zea mays L.

ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **21009006** **14.01.2021**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослин

Скакун Вадим Михайлович

Скакун Оксана Олександрівна

Вожегова Лариса Сергіївна

Влащук Оксана Анатоліївна

Дата державної реєстрації: **31.12.2022**

Директор Департаменту
аграрного розвитку

Ігор ВІШТАК



Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 221029

про державну реєстрацію сорту рослини

Зедан 28

назва сорту

Кукурудза звичайна

Zea mays L.

ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **21009007** **14.01.2021**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослин

Скакун Вадим Михайлович
Скакун Оксана Олександрівна
Вожегова Лариса Сергіївна
Влашук Оксана Анатоліївна

Дата державної реєстрації: **31.12.2022**

Директор Департаменту
аграрного розвитку

Ігор ВІШТАК





Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 221030

про державну реєстрацію сорту рослини

Зедан 26

назва сорту

Кукурудза звичайна

Zea mays L.

ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **21009008** **14.01.2021**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослин

Скакун Вадим Михайлович
Скакун Оксана Олександрівна
Вожегова Лариса Сергіївна
Влащук Оксана Анатоліївна

Дата державної реєстрації: **31.12.2022**

Директор Департаменту
аграрного розвитку



Ігор ВІШТАК



Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 221053

про державну реєстрацію сорту рослини

АВ30Б

назва сорту

Кукурудза звичайна - батьківський компонент

Zea mays L.

ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **21909010** **14.01.2021**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослин

Скакун Вадим Михайлович

Скакун Оксана Олександрівна

Вожегова Лариса Сергіївна

Влащук Оксана Анатоліївна

Дата державної реєстрації: **31.12.2022**

Директор Департаменту
аграрного розвитку



Ігор ВІШТАК



Міністерство аграрної політики та продовольства України

СВІДОЦТВО

№ 221054

про державну реєстрацію сорту рослини

AB20B

назва сорту

Кукурудза звичайна - батьківський компонент

Zea mays L.

ботанічний таксон

Номер і дата подання заявки **21909011** **14.01.2021**

Власник (власники) майнового права інтелектуальної власності
на поширення сорту рослин

Скакун Вадим Михайлович

Скакун Оксана Олександрівна

Вожегова Лариса Сергіївна

Влашук Оксана Анатоліївна

Дата державної реєстрації: **31.12.2022**

Директор Департаменту
аграрного розвитку

Ігор ВІШТАК

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 23:09:09 27.12.2023

Назва файлу з підписом: Dysertatsiia_Skakun V.M..docx.pdf.asice

Розмір файлу з підписом: 3.7 МБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Dysertatsiia_Skakun V.M..docx.pdf

Розмір файлу без підпису: 4.2 МБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: СКАКУН ВАДИМ

П.І.Б.: СКАКУН ВАДИМ

Країна: Україна

РНОКПП: 2446501553

Організація (установа): ФІЗИЧНА ОСОБА

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 23:09:06
27.12.2023

Сертифікат виданий: КНЕДП АЦСК АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Серійний номер: 5E984D526F82F38F040000000CA538012168AD04

Алгоритм підпису: ДСТУ-4145

Тип підпису: Удосконалений

Тип контейнера: Підпис та дані в архіві (розширений) (ASiC-E)

Формат підпису: З повними даними для перевірки (XAdES-B-LT)

Сертифікат: Кваліфікований