



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 633.15:631.527:631.
5:631.67
© 2022

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ВРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ ЛІНІЙ — БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Р.А. Вожегова¹, Ю.О. Лавриненко², В.М. Сучкова³,
Т.Ю. Марченко⁴, О.О. Пілярська⁵

^{1, 2}доктори сільськогосподарських наук, професори, академіки НААН
³кандидат економічних наук

⁴доктор сільськогосподарських наук

⁵кандидат сільськогосподарських наук

^{1, 2, 4, 5}Інститут зрошуваного землеробства НААН

смт Наддніпрянське, м. Херсон, 73483, Україна

³Національна академія аграрних наук України

вул. Омеляновича-Павленка, 9, м. Київ, 01010, Україна

e-mail: ¹izz.ua@ukr.net, ²lavrin52@ukr.net, ³rosluaan@ukr.net,

⁴tmarchenko74@ukr.net, ⁵izz.biblio@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-3895-5633, ²0000-0001-9442-8793, ³0000-0002-0266-5634,

⁴0000-0001-6994-3443, ⁵0000-0001-8649-0618

Надійшла 14.06.2022

Мета. Визначити вплив густоти рослин та обробку препаратом Ретенго® на масу 1000 зерен та врожайність насіння ліній — батьківських компонентів гібридів кукурудзи за умов зрошення. **Методи.** Дослідження проведено з використанням польових (визначення врожайності ліній — батьківських компонентів), лабораторних (маси 1000 зерен), аналітичних і математично-статистичних методів. **Результати.** Максимальна врожайність середньоранньої лінії ДК247 у середньому за фактором густоти рослин 90 тис. росл./га становила 4,70 т/га, середньостиглої лінії ДК 205710 за густоти 80 тис. росл./га — 5,42 т/га, середньопізньої лінії ДК 445 за густоти 70 тис. росл./га — 7,08 т/га насіння. Найбільш продуктивна середньопізня лінія ДК445 — батьківський компонент гібридів Віра, Гілея, Арабат негативно реагує на загущеність посівів. Урожайність насіння за густоти 100 тис. росл./га знизилася на 1,03 т/га, або на 15% порівняно з урожайністю за оптимальної густоти 70 тис. росл./га. За обробки рослин препаратом Ретенго® збільшився показник маси 1000 зерен на 10–12 г, або на 3,7–5,4% порівняно з контролем без обробки. Обробка рослин рістрегулювальним фунгіцидним препаратом Ретенго® сприяла підвищенню

врожайності насіння на 0,29–0,41 т/га, або на 6,3–7,9%. Щільність посіву вплинула на масу 1000 зерен: максимальну масу 1000 зерен у середньому за роки проведення досліджень (252 г) було отримано за густоти 60 тис. росл./га в усіх ліній. Висновки. На ознаку «маса 1000 зерен» ліній — батьківських компонентів впливали група ФАО, густина посіву та обробка препаратом Ретенго®. Кожній лінії — батьківському компоненту властива оптимальна щільність посіву для отримання найвищого врожаю насіння за рахунок дотримання оптимальної площі живлення однієї рослини. Максимальна врожайність середньоранньої лінії — батьківського компонента ДК247 спостерігалася за густоти 90 тис. росл./га і обробки препаратом Ретенго® — 4,94 т/га. Максимальну врожайність середньостигла лінія — батьківський компонент ДК205710 сформувала за щільності посіву 80 тис. росл./га і обробки препаратом Ретенго® — 5,61 т/га. Середньопізня лінія — батьківський компонент ДК445 максимальну врожайність показала за густоти 70 тис. росл./га та обробки препаратом Ретенго® — 7,08 т/га.

Ключові слова: група ФАО, густина рослин, маса 1000 зерен, період вегетації.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202208-08>

Для розкриття потенціалу врожайності зерна й одержання високоякісного насіння ліній і гібридів кукурудзи слід використовувати сортову технологію відповідно до агроекологічних умов вирощування [1]. В умовах оптимальної вологозабезпеченості за краплинного зрошення одним з основних елементів сортової технології є густина рослин. За вирощування батьківських форм гібридів кукурудзи важливо використовувати для кожної лінії відповідну до генотипу густоту, що дасть змогу досягти максимальної врожайності насіння, не погіршуючи при цьому його якісних показників. Хоча дехто з дослідників рекомендує оптимальні густоти для ліній залежно від групи ФАО, але вони орієнтовані на досить широкий діапазон [2]. Тому для певної лінії потрібно індивідуально добирати оптимальну щільність посіву залежно від біологічних особливостей кожного генотипу, що гарантуватиме високу врожайність та посівну якість насіння [3].

Крупність насіння — основний показник посівних якостей насіння зернових культур [4]. Особливо важливим цей показник є для самозапилених ліній кукурудзи, що характеризуються наслідками інбредної депресії, — щуплістю зернівки, зниженою схожістю та енергією проростання. Крупність насіння (маса 1000 зерен)

найбільш результативно регулюється густиною рослин посіву, проте підвищення цього показника таким агротехнічним способом не завжди збігається з підвищенням урожайності зерна ліній і гібридів. Збільшення крупності зернівки регулюванням щільності фітоценозу може призвести до значних втрат урожайності зерна (насіння). Для кожного генотипу кукурудзи є свій оптимум поєднання цих параметрів, що відповідають вимогам ефективного насінництва [5, 6].

Установлено, що для кожної агрокліматичної зони також є відповідний оптимум густоти рослин. Будь-яка інша густина, більша або менша за рекомендовану, впливає негативно на рослину, оскільки за більшої густоти з'являються пригнічені рослини, качани зі щуплим невиповненим зерном. Водночас за недостатнього загущення нерационально використовується площа і сонячне світло, що також спричиняє втрати врожаю [7]. Гібриди з тривалішим періодом вегетації, як правило, потребують меншої щільності фітоценозу порівняно з гібридами з короткою вегетацією. Ранньостиглі гібриди мають меншу листостеблову масу і потребують менших затрат вологи і поживних речовин для росту, розвитку рослин і формування зерна. Загущення краще позначається на самозапилених лініях, ніж на гібридах тієї самої групи стиглості, тому

для ліній кукурудзи потрібна спеціальна сортова технологія [8].

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що із загущенням рослин кукурудзи знижувався асиміляційний апарат 1 рослини, зменшувалися вологість зерна перед збиранням, кількість продуктивних качанів, маса 1000 зерен, довжина та діаметр качанів, кількість зерен у ряді, маса зерна 1 качана та вихід зерна [9, 10]. З іншого боку, показники лінійного приросту стебла та висоти кріплення качана помітно підвищувалися зі збільшенням густоти рослин [11].

При загущенні посівів до оптимальних меж хоча й знижується індивідуальна продуктивність рослин, проте збільшується кількість продуктивних рослин з одиниці площі, що сприяє збільшенню врожаю. Батьківські форми доцільно висівати при верхньому рівні оптимальної густоти, оскільки підвищена густота сівби дає змогу збільшити загальний вихід насіння на 0,4–2,4 млн шт./га без втрати посівних якостей [12–14].

Елементом сучасних технологій є використання пестицидів захисної та рістрегулювальної дії, тому важливим чинником сучасної технології насінництва кукурудзи й одержання високих урожаїв із ділянок гібридизації або розмноження є застосування набору різних препаратів (біопрепаратів, мікродобрих, стимуляторів), що дають можливість підвищувати врожайність та отримувати якісний, здоровий насіннєвий матеріал [15–17].

Аналізуючи літературні дані, можна дійти висновку, що для ефективного вирощування ліній — батьківських компонентів гібридів необхідна розробка сортової технології для окремих генотипів з урахуванням поєднання високих посівних якостей і врожайності насіння.

Мета досліджень — установити вплив густоти рослин та обробітку препаратом Ретенго® на масу 1000 зерен та врожайність насіння ліній — батьківських компонентів інноваційних гібридів кукурудзи за умов зрошення.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН (зона Інгу-

лецького зрошуваного масиву). Трифакторний дослід (фактор А — лінії — батьківські компоненти, В — густота рослин у посіві, С — обробка рослин препаратом Ретенго®) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Посівна площа ділянок становила 50 м², облікова — 30 м². Дослідження проводили в 4-разовій повторності.

Матеріалом для досліджень були різні за групами стиглості лінії — батьківські компоненти: ДК445 (змішана плазма, ФАО 420) — батьківський компонент гібридів Арабат, Віра, Гілея; ДК205710 (плазма Iodent, ФАО 380) — батьківський компонент гібрида Каховський; ДК247 (змішана плазма, ФАО 290) — батьківський компонент гібридів Скадовський, Олешківський (лінії належать Інституту зернових культур НААН, які використовувалися в спільних програмах із селекції з Інститутом зрошуваного землеробства НААН). Густота рослин батьківських компонентів — 60; 70; 80; 90; 100 тис. росл./га. Обробку батьківських компонентів кукурудзи проведено препаратом Ретенго® — фунгіцидом із рістрегулювальною дією з групи препаратів AgCelence®, занесеним до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Препаратом Ретенго® обробляли рослини у фазі 7–8 листків (ВВСН 16–19).

Агротехніка вирощування та методика досліджень загальноприйнята для умов зрошення, крім досліджуваних факторів. Застосовували краплинне зрошення з рівнем передполивної вологості ґрунту 80% НВ у шарі ґрунту 0–50 см [17].

Математичну обробку результатів досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу з використанням пакета комп'ютерних програм Agrostat [18].

Результати досліджень. Група ФАО ліній — батьківських компонентів гібридів, густота посіву та обробка Ретенго® впливали на масу 1000 зерен. Найбільший вплив на ознаку здійснювали генотип і група ФАО лінії (табл. 1).

Проведений аналіз показав, що маса 1000 зерен ліній — батьківських компонентів гібридів кукурудзи різних груп ФАО була в межах 200–294 г. Найменшу масу

1. Маса 1000 зерен ліній — батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин та обробітку препаратом Ретенго® (середнє за 2018–2020 рр.), г

Лінія — батьківський компонент (фактор А)	Обробка препаратом (фактор С)	Густота, тис. росл./га (фактор В)					У середньому за фактором	
		60	70	80	90	100	А	С
ДК247 (змішана плазма ФАО 290)	Без обробки, контроль	222	218	212	207	200		212
	Ретенго®	232	230	224	220	213	218	224
ДК 205710 (плазма Iodent ФАО 380)	Без обробки, контроль	235	231	224	219	215		225
	Ретенго®	246	242	236	229	227	230	236
ДК445 (змішана плазма ФАО 420)	Без обробки, контроль	284	278	272	265	240		268
	Ретенго®	294	287	282	275	251	273	278
У середньому за фактором В		252	248	242	236	224		

Оцінка істотності часткових відмінностей HIP_{05} : А=6,4; В=4,5; С=3,6.

1000 зерен (200 г) сформувала лінія ДК247 (ФАО 290) за густоти 100 тис. росл./га в контрольному варіанті без обробки препаратом Ретенго®. Найвищий середній показник маси 1000 зерен (294 г) був у батьківського компонента ДК445 за густоти 60 тис. росл./га та обробки препаратом Ретенго®.

У середньому за фактором А максимальне значення цього показника становило 273 г у середньопізньої лінії ДК445, мінімальне значення — у середньоранньої лінії ДК247 (218 г).

За обробки рослин препаратом Ретенго® збільшився показник маси 1000 зерен на 10–12 г, або на 3,7–5,4% порівняно з контролем без обробки.

Густота рослин також має істотний вплив на масу 1000 зерен. Усі лінії — батьківські компоненти незалежно від генотипу максимальні показники маси 1000 зерен показали за густоти 60 тис. росл./га (252 г), мінімальні — за густоти 100 тис. росл./га (224 г).

Проведені спостереження підтвердили, що врожайність насіння ліній — батьківських компонентів залежить від групи ФАО лінії, щільності посіву та обробки рістрегулювальним фунгіцидним препаратом. Генотип батьківської лінії мав найістотніший вплив на врожайність насіння (табл. 2).

Так, у середньому за роками середньоранньої лінії ДК247 максимальну врожайність показала за густоти 90 тис. росл./га —

4,70 т/га. Збільшення густоти до 100 тис. росл./га призвело до зниження врожайності насіння на 0,41 т/га, або на 8,7%. Зі зменшенням густоти рослин до 60, 70, 80 тис. росл./га урожайність насіння знижувалася на 0,31–0,66 т/га, або на 6,6–14,1%. Максимальну врожайність середньоранньої лінії ДК247 показала за густоти 90 тис. росл./га та обробки препаратом Ретенго® — 4,94 т/га.

У середньому по досліді середньостигла лінія ДК205710 (ФАО 380) максимальну врожайність сформувала за густоти 80 тис. росл./га — 5,42 т/га. Загущення до 90, 100 тис. росл./га призвело до зниження урожайності на 0,93–0,98 т/га, або на 17,1–18,1%. Зменшення густоти рослин до 60, 70 тис. росл./га спричинило зниження врожайності насіння на 0,68–0,83 т/га, або на 12,5–15,3%. Максимальну врожайність середньостигла лінія ДК205710 показала за оптимальної густоти 80 тис. росл./га і застосування препарату Ретенго® — 5,61 т/га.

Найбільшу врожайність насіння в середньому по досліді мала лінія ДК445 (ФАО 420) за густоти 70 тис. росл./га — 6,83 т/га. Зі збільшенням щільності посіву до 80, 90, 100 тис. росл./га або зменшенням густоти рослин до 60 тис. росл./га урожайність насіння знизилася. Урожайність насіння за густоти 100 тис. росл./га знизилася на 1,03 т/га, або на 15% порівняно з урожайністю за густоти

2. Урожайність насіння ліній — батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин та обробітку препаратом Ретенго® (середнє за 2018–2020 рр.), т/га

Лінія — батьківський компонент (фактор А)	Обробка препаратом (фактор С)	Густота, тис. росл./га (фактор В)					У середньому за фактором	
		60	70	80	90	100	А	С
ДК247 (змішана плазма ФАО 290)	Без обробки, контроль	3,91	3,98	4,23	4,46	4,14		4,14
	Ретенго®	4,17	4,26	4,54	4,94	4,43	4,31	4,47
Середнє		4,04	4,12	4,39	4,70	4,29	–	–
ДК 205710 (плазма Iodent ФАО 380)	Без обробки, контроль	4,45	4,58	5,23	4,36	4,32		4,59
	Ретенго®	4,72	4,89	5,61	4,62	4,56	4,73	4,88
Середнє		4,59	4,74	5,42	4,49	4,44	–	–
ДК445 (змішана плазма ФАО 420)	Без обробки, контроль	6,42	6,58	6,31	5,78	5,64		6,15
	Ретенго®	6,81	7,08	6,77	6,21	5,95	6,36	6,56
Середнє		6,62	6,83	6,54	6,00	5,80	–	–
Оцінка істотності часткових відмінностей НР ₀₅ : А=0,17; В=0,23; С=0,11								

70 тис. росл./га. Ця лінія, що є материнською формою інноваційних гібридів Арабат, Гілея, Віра, максимальну врожайність насіння показала за оптимальної густоти 70 тис. росл./га та обробки у фазі 7–8 листків рістрегулювальним препаратом Ретенго® — 7,08 т/га.

Обробка рослин препаратом Ретенго® сприяла підвищенню врожайності насіння всіх ліній на 0,29–0,41 г, або на 5,9–7,4%.

Ефективне ведення насінництва ліній і гібридів кукурудзи передбачає пришвидшене розмноження батьківських компонентів та отримання високих посівних якостей насіння. Ці 2 ключові питання поєднують 2 показники, які можуть бути антагоністичними. Маса 1000 зерен збільшується на зрідженні посівах, і при цьому може знижуватися врожайність зерна, тому нами було проведено кореляційно-регресійний аналіз залежностей цих показників.

Для середньоранньої лінії ДК247 бажано отримувати високу врожайність насіння зі збільшеною масою 1000 зерен, оскільки це лінія дрібнонасінна і з невисоким потенціалом урожайності. Було з'ясовано, що без застосування препарату Ретенго® збільшення маси 1000 зерен призводить до істотного зниження врожайності (рис. 1).

Кореляція між урожайністю та масою 1000 зерен була від'ємною і становила $r = -0,868$. Застосування препарату Ретенго® послабило негативну кореляцію і на певному проміжку зростання маси 1000 зерен (з 195 до 220 г), маси зернівки та врожайності відбувалося паралельно. Збільшення маси 1000 зерен понад 220 г супроводжувалося зменшенням урожайності насіння. Маса 1000 зерен 220 г вкладається в стандарти для посівних якостей насіння кукурудзи й відповідає морфометричному опису цієї лінії, тому для отримання таких насінневих показників та врожайності насіння в межах 4,5 т/га слід використовувати густоту посіву 90 тис. росл./га й застосовувати препарат Ретенго®.

У середньопізньої лінії ДК445 зростання маси 1000 зерен супроводжувалося й підвищенням урожайності (рис. 2).

Такі зміни відбуваються паралельно за дії препарату Ретенго® і в контрольному варіанті, проте зростання цих показників обмежене масою 1000 зерен в 290 г. Такий рівень маси зернівки відповідає густоті 70 тис. росл./га. Показники маси 1000 зерен відповідають стандартам на посівні якості, тому можна стверджувати, що основним елементом отримання високої врожайності

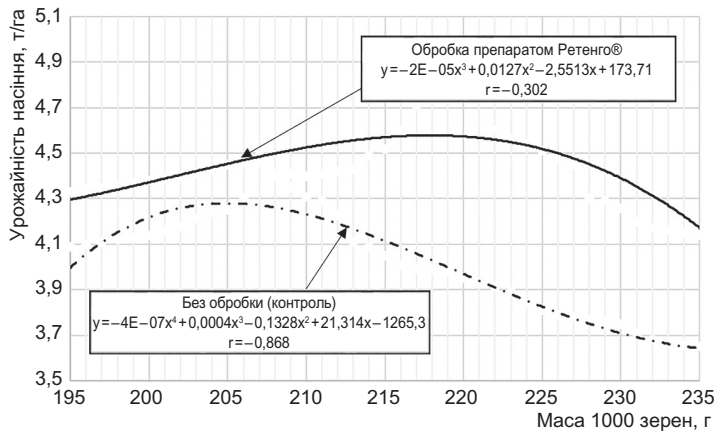


Рис. 1. Кореляційно-регресійна модель залежності врожайності насіння і маси 1000 зерен у середньоранньої лінії ДК247 (середнє за 2018–2020 рр.)

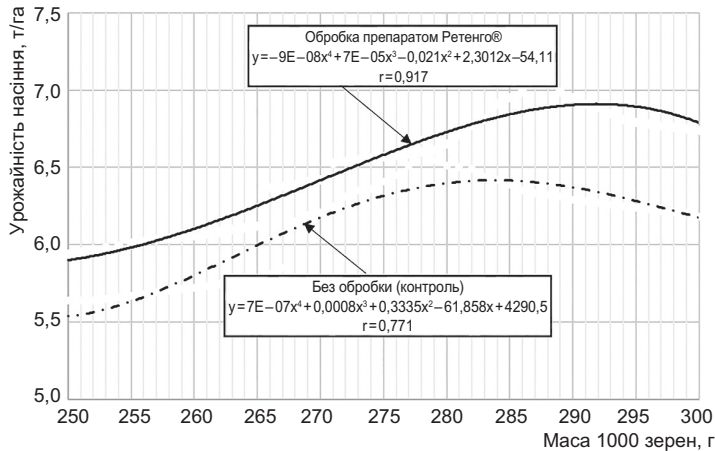


Рис. 2. Кореляційно-регресійна модель залежності врожайності насіння і маси 1000 зерен у середньопізньої лінії ДК445 (середнє за 2018–2020 рр.)

та якості насіння є густина 70 тис. росл./га і застосування препарату Ретенго®. Підвищення врожайності та маси 1000 зерен у ліній — батьківських компонентів кукурудзи при застосуванні препарату Ретенго® відбувалося завдяки зменшенню ураже-

ності грибними хворобами кукурудзи — пухирчастою сажкою, гельмінтоспоріозом, стебловими гнилями. Крім того, цей препарат має рідрегулювальну дію, спрямовану на посилення стресостійкості до несприятливих біотичних та абіотичних факторів.

Висновки

На ознаку «маса 1000 зерен» ліній — батьківських компонентів впливали група ФАО, густина посіву та обробка препаратом Ретенго®. Обробка останнім збільшила показник маси 1000 зерен на 10–12 г, або

на 3,7–5,4% порівняно з контролем без обробки. Усі лінії — батьківські компоненти незалежно від генотипу максимальні показники маси 1000 зерен показали за густоти 60 тис. росл./га — 252 г, міні-

мальні — за густоти 100 тис. росл./га — 224 г. Щільність ценозу впливає на врожайність насіння ліній — батьківських компонентів. Середньорання лінія ДК247 максимальну врожайність у середньому сформувала за фактором густоти посіву 90 тис. росл./га (4,70 т/га), середньостигла лінія ДК 205710 — за густоти 80 тис. росл./га (5,42 т/га), середньопізня лінія ДК 445 — за густоти 70 тис. росл./га (6,83 т/га насіння). Обробка рослин препаратом Ретенго® сприяла підвищенню врожайності насіння всіх ліній на 0,29–0,41 т/га, або на 5,9–7,4%. Максимальна врожайність середньоранньої лінії — батьківського компонента ДК247 спостерігалася за густоти 90 тис. росл./га і обробки препаратом Ретенго® — 4,94 т/га. Максимальну врожайність середньостигла лінія — батьківський компонент ДК205710 показала за щільності посіву 80 тис. росл./га і обробки препаратом Ретенго® — 5,61 т/га. Середньопізня лінія — батьківський компонент ДК445

максимальну врожайність показала за густоти посіву 70 тис. росл./га і обробки препаратом Ретенго® — 7,08 т/га. За умов оптимального режиму зрошення лінії — батьківські компоненти гібридів кукурудзи, що різнилися за генотипом і групою ФАО, можуть продукувати насіння з високими посівними якостями за різної щільності ценозу — 60–100 тис. росл./га. Густота посіву має вирішальний вплив на формування врожайності насіння, і для кожної лінії — батьківського компонента гібрида є свій оптимум густоти посіву. Кореляція врожайності насіння лінії кукурудзи і маси 1000 насінин може бути додатною ($r=0,771\dots0,917$) і від'ємною ($r=-0,868\dots-0,302$) залежно від норми реакції генотипу, проте ця залежність не є прямолінійною, і для кожної лінії є свій оптимум поєднання цих ознак. Обробка препаратом Ретенго® змінювала кореляції врожайності насіння ліній і маси 1000 насінин у напрямі посилення позитивної залежності цих ознак.

Vozhegova R.¹, Lavrynenko Yu.², Suchkova V.³, Marchenko T.⁴, Piliarska O.⁵

^{1, 2, 4, 5}Institute of Irrigated Agriculture of NAS, vil. Naddniproanske, Kherson, 73483, Ukraine, ³National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 9 St. Omelianovycha-Pavlenka Str., Kyiv, 01010, Ukraine; e-mail: ¹izz.ua@ukr.net, ²lavrin52@ukr.net, ³rosluaan@ukr.net, ⁴tmarchenko74@ukr.net, ⁵izz.biblio@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-3895-5633, ²0000-0001-9442-8793, ³0000-0002-0266-5634, ⁴0000-0001-6994-3443, ⁵0000-0001-8649-0618

Influence of the elements of technology on seed yield of lines — parental components of corn hybrids under drip irrigation conditions

Goal. To determine the influence of plant density and treatment with preparation Retenho® on the weight of 1000 grains and the seed yield of lines — parental components of corn hybrids under irrigation conditions. **Methods.** The research was carried out using field (determining the yield of lines — parental components), laboratory (weight of 1000 grains), and analytical and mathematical-statistical methods. **Results.** The maximum yield of the mid-early line DK 247 on average at a plant density factor of 90,000 plants/ha was 4.70 t/ha, of the medium-ripe line DK 205710 at a density of 80,000 plants/ha — 5.42 t/ha, of the mid-late line DK 445 for the density of 70 thousand plants/ha — 7.08 t/ha of seeds. The most productive

mid-late line DK 445 — the parent component of the Vira, Hileia, Arabat hybrids reacts negatively to the density of crops. The seed yield at a density of 100,000 plants/ha decreased by 1.03 t/ha, or by 15% compared to the yield at an optimal density of 70,000 plants/ha. When plants were treated with Retenho®, the weight of 1000 grains increased by 10–12 g, or by 3.7–5.4% compared to the untreated control. Treatment of plants with the growth-regulating fungicide Retenho® contributed to an increase in seed yield by 0.29–0.41 t/ha, or by 6.3–7.9%. Sowing density affected the weight of 1000 grains: the maximum weight of 1000 grains on average over the years of research (252 g) was obtained at a density of 60 thousand plants/ha in all lines. **Conclusions.** The trait «weight of 1000 grains» of lines — parental components were affected by FAO group, sowing density, and treatment with Retenho®. Each parent line has an optimal seeding density to obtain the highest seed yield by maintaining the optimal feeding area of one plant. The maximum yield of the mid-early line — the parental component DK 247 was observed at a density of 90 thousand plants/ha and treated with Retenho® — 4.94 t/ha. In the medium-ripe line —parent component DK 205710 formed the maximum yield at a sowing density of 80,000 plants/ha and treatment with Retenho® — 5.61 t/ha. In the mid-late line — the parental component

DK 445 showed the maximum yield at a density of 70,000 plants/ha and treatment with Retenho® — 7.08 t/ha.

Key words: FAO group, plant density, weight of 1000 grains, growing season.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202208-08>

Бібліографія

1. Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Коковіхін С.В. та ін. Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2020. Вип. 73. С. 21–26. doi: 10.32848/0135-2369.2020.73.3
2. Kolisnyk O.M., Butenko A.O., Malynka L.V. et al. Adaptive properties of maize forms for improvement in the ecological status of fields. *Ukrainian J. of Ecology*. 2019. V. 9. Is. 2. P. 33–37.
3. Федько М.М. Густота стояння рослин як фон для добору та її вплив на елементи структури врожаю у інбредних ліній кукурудзи (*Zea mays* L.). *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2013. № 60. С. 97–101.
4. Кирпа М.Я. Крупність та посівні якості насіння пшениці озимої. *Селекція та насінництво*. Харків, 2013. Вип. 103. С. 178–186.
5. Петриченко В.Ф., Дзюбецький Б.В., Черенков А.В. та ін. Насінництво кукурудзи: науково-практичні рекомендації. Дніпропетровськ: Роял Принт, 2012. 184 с.
6. Кирпа М.Я., Скотар С.О. Крупність насіння кукурудзи та її агрономічне значення. *Селекція та насінництво*. Харків, 2008. Вип. 96. С. 331–341.
7. Kamara M.M., Rehan M., Ibrahim K.M. et al. Genetic diversity and combining ability of white maize inbred lines under different plant densities. *Plants*. 2020. V. 9. Is. 1140. doi: 10/3390/plants9091140
8. 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. Т. 14, № 2. С. 209–214. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771
9. Jia Q., Sun L., Mou H. et al. Effects of planting patterns and sowing densities on grain-filling, radiation use efficiency and yield of maize (*Zea mays* L.) in semi-arid regions. *Agricultural Water Management*. 2018. № 201. P. 287–298. doi: 10/1016/agwat.2017.11.025
10. Капенська С.М., Таран В.Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14. № 4. С. 415–421. doi: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909
11. Salama H.S.A. Yield and nutritive value of maize (*Zea mays* L.) forage as affected by plant density, sowing date and age at harvest. *Italian J. of Agronomy*. 2019. V. 14. Is. 2. P. 114–122. doi: 10.4081/ija.2019.1383
12. Vozhehova R., Marchenko T., Lavrynenko Y. et al. 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. V. 22. Is. 1. P. 695–704.
13. Михаленко І.В., Сова Р.С., Забара П.П., Карпенко А.В. Вплив густоти стояння рослин та рістрегулюючого препарату на формування врожайності насіння ліній кукурудзи в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2017. № 68. С. 171–176.
14. Дзюбецький Б.В., Черчель В.Ю., Кирпа М.Я. та ін. Насінництво кукурудзи: навч. посібн. Київ: Аграрна наука, 2019. 200 с.
15. Баган А.В., Шакалій С.М., Юрченко С.О. та ін. Формування біометричних показників та рівня урожайності гібридів кукурудзи за групами стиглості. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2022. № 77. С. 5–8. doi: 10.32848/0135-2369.2022.77.1
16. Іващенко О.О. Біологізація аграрного виробництва. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 12. С. 58–62.
17. Крутякова В.І., Гулич О.І., Пилипенко Л.А. Біологічний метод захисту сільськогосподарських культур: перспективи для України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 159–168. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-20
18. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малайчук М.П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грін Д.С., 2014. 268 с.
19. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: монографія. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.