

# Особливості формування фотосинтетичного потенціалу та врожайності насіння батьківських компонентів кукурудзи в умовах зрошення й застосування стимулятора росту

Т. Ю. Марченко<sup>1\*</sup>, Р. А. Вожегова<sup>1</sup>, Ю. О. Лавриненко<sup>1</sup>, Т. М. Хоменко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут зрошуваного землеробства НААН України, сел. Наддніпрянське, м. Херсон, 73483, Україна, e-mail: [tmarchenko74@ukr.net](mailto:tmarchenko74@ukr.net)

<sup>2</sup>Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

**Мета.** Визначити вплив густоти рослин та застосування біопрепарату Органік-баланс на розвиток, формування фотосинтетичного потенціалу та врожайності насіння батьківських компонентів зареєстрованих гібридів ('Арабат', 'Скадовський', 'Каховський', 'Азов', 'Чонгар', 'Гілея' тощо) за умов краплинного зрошення. **Методи.** Польовий, морфометричний, статистичні. **Результати.** У фазу цвітіння качанів спостерігали максимальні відмінності значення площі асиміляційної поверхні між лініями кукурудзи та між варіантами з застосуванням різної густоти рослин і біопрепарату Органік-баланс. Найбільшим показник площі асиміляційної поверхні був у середньопізньої лінії ДК445 за густоти стояння 70 тис. росл./га та використання біопрепарату Органік-баланс – 0,489 м<sup>2</sup>/рослину. Біопрепарат Органік-баланс позитивно впливав на динаміку площі асиміляційної поверхні ліній, забезпечивши приріст за окремими фазами розвитку порівняно з необробленим контролем на 0,04 м<sup>2</sup>/рослину або на 9,5%. Максимальну врожайність насіння лінії групи ФАО 290 (ДК247) було отримано за густоти 90 тис. росл./га та оброблення біопрепаратом Органік-баланс – 5,15 т/га. У лінії групи ФАО 350 (ДК205710) кращу врожайність було зафіксовано на варіанті з густотою стояння 80 тис. росл./га та при обробленні біопрепаратом Органік-баланс – 5,46 т/га. Найбільшу врожайність насіння лінії групи ФАО 420 (ДК445) було відмічено у варіанті з густотою стояння 80 тис. рослин/га – 6,58 т/га та при обробленні біопрепаратом Органік-баланс – 7,08 т/га. Застосування біопрепарату Органік-баланс збільшувало врожайність насіння у середньому на 8,1%. **Висновки.** Фотосинтетичні показники ліній кукурудзи переважно залежали від генотипу. Архітектоніка агрофітоценозу та застосування біопрепарату Органік-баланс значно менше впливали на продуктивність фотосинтезу. В умовах зрошення максимальну врожайність насіння було відмічено у середньопізньої батьківської лінії ДК445 – 7,08 т/га. Відповідно до отриманих результатів виробництво насіннєвого матеріалу батьківських компонентів необхідно здійснювати із врахуванням їхніх генотипових характеристик, реакцій на густоту агрофітоценозу та застосування біопрепаратів з ефектом стимулювання росту.

**Ключові слова:** насіння; батьківський компонент; площа асиміляційної поверхні; біопрепарат; густота рослин; чиста продуктивність фотосинтезу; врожайність.

## Вступ

Створення і впровадження у виробництво інноваційних гібридів різних груп ФАО, що відзначаються високим ефектом гетерозису та мають високу потенційну врожайність, залежить від генетичного потенціалу батьківських ліній, що входять до родоvodu цих гібридів. Важливим питанням є збільшення виробництва насіння батьківських компонентів перспективних гібридів кукурудзи для прискореного їхнього впровадження у виробни-

цтво. Проте реалізація генетичного потенціалу батьківських компонентів здійснюється повною мірою лише за умов застосування оптимальних заходів агротехніки [1].

Батьківські компоненти кукурудзи є продуктом тривалого примусового самозапилення, вони більш вимогливі до умов вирощування, відрізняються підвищеною чутливістю до впливу несприятливих чинників, характеризуються меншими біометричними параметрами рослин. Фенотиповий прояв ознак залежить від генотипових особливостей ліній, тому необхідно врахувати технологічні рекомендації з вирощування ділянок гібридизації та біологічні особливості батьківських компонентів [2]. У зв'язку з цим актуального значення набувають наукові розробки з оптимізації технологічних прийомів вирощування насіння батьківських компонентів гібридів кукурудзи.

Tetiana Marchenko

<http://orcid.org/0000-0001-6994-3443>

Raisa Vozhegova

<http://orcid.org/0000-0002-3895-5633>

Yurii Lavrynenko

<http://orcid.org/0000-0001-9442-8793>

Tetiana Khomenko

<https://orcid.org/0000-0001-9199-6664>

Підвищення врожайності ліній в умовах зрошення, насамперед, досягається не за рахунок підвищення продуктивності окремої рослини, а завдяки оптимізації щільності агрофітоценозу [3, 4]. На думку багатьох учених важливим чинником сучасної технології насінництва кукурудзи й одержання високих урожаїв з ділянок гібридизації або розмноження є застосування набору різних препаратів (біопрепарати, мікродобрива, стимулятори), що дозволяють отримувати якісний, здоровий насінневий матеріал. Позакореневе підживлення, як додатковий технологічний прийом при вирощуванні кукурудзи, зумовлює підвищення засвоєння поживних елементів, що дозволяє зменшити обсяги внесення мінеральних добрив [5]. Використання біопрепаратів – важлива складова технології при застосуванні екологічно безпечних засобів підвищення врожайності сільськогосподарських культур [6–8]. Вони характеризуються екологічною безпечністю, стимулюють проростання насіння, сприяють інтенсифікації фізіологічних і біохімічних процесів у рослині, активізують їхній розвиток, скорочують тривалість вегетації [9–14]. Застосування біопрепаратів допомагає реалізувати генетичну програму рослин, підвищує їхню стійкість до біотичних й абіотичних стресових факторів, що зумовлює збільшення врожайності та поліпшення якості отриманої продукції. Актуальним напрямком у технологіях вирощування батьківських компонентів гібридів кукурудзи є застосування нових біопрепаратів з метою стимулювання росту та розвитку рослин, збалансованого живлення, стрес протектора, що зумовлює необхідність відповідних досліджень [15–18].

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 [19, 20].

Дослідження, спрямовані на удосконалення елементів агротехнології, відповідності застосування біопрепаратів до біологічних особливостей батьківських компонентів гібридів кукурудзи різних груп ФАО, є актуальним напрямом наукового пошуку.

При вирощуванні самозапилених ліній кукурудзи густоту рослин слід корегувати з

обраною стратегією штучного зволоження. Так, згідно з експериментальними даними оптимальна густота рослин гібридів кукурудзи при біологічно оптимальному режимі зрошення складає 70–90 тис. рослин/га залежно від генотипу гібрида [21].

Проте, для нових ліній кукурудзи такі рекомендації відсутні, тому на даний час питання оптимізації технології вирощування батьківських компонентів гібридів кукурудзи різних за вегетаційним періодом з метою підвищення їхньої врожайності та прискореного впровадження інноваційних гібридів є ще недостатньо вивченим і потребує подальших досліджень.

*Мета досліджень* – визначити вплив густоти стояння рослин та застосування біопрепарату Органік-баланс на розвиток рослин, формування їхнього фотосинтетичного потенціалу та врожайність насіння ліній кукурудзи, що є батьківськими компонентами гібридів ('Арабат', 'Скадовський', 'Каховський', 'Азов', 'Чонгар', 'Гілея' тощо) за умов краплинного зрошення.

### Матеріали та методика досліджень

Досліджували лінії кукурудзи протягом 2016–2018 рр. на дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН, який розташований на півдні України в зоні Інгулецького зрошувального масиву.

Клімат південної зони Степу України помірно-континентальний, жаркий і сухий. Континентальність його проявляється у різних і частих коливаннях річних і місячних температур повітря, опадів та інших агрометеорологічних показників. Майже щороку бувають періоди з сильними вітрами, пиловими бурями та суховіями. Тривалість вегетаційного періоду для сільськогосподарських культур становить в середньому до 230, безморозного – до 190 днів. Погодні умови за роки досліджень відрізнялись від середньобаторічних даних за кількістю опадів, сумою ефективних температур та вологістю повітря. Погода за час досліджень характеризувалась стресами у період росту та розвитку кукурудзи, але дослідні розміщувались на краплинному зрошенні, що дозволило дещо нівелювати негативний вплив погодних умов.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий, середньосуглинковий, слабкосолонцюватий з глибоким рівнем залягання ґрунтових вод.

Агротехніка вирощування гібридів кукурудзи в досліді була загальноприйнятою для зони півдня України. Попередник – соя. Орний горизонт – у межах 0–30 см.

Дослід трифакторний. Фактор А – різні за групами ФАО самозапилени лінії: ДК247 (ФАО 290) – батьківський компонент гібридів ‘Скадовський’, ‘Олешківський’ тощо; ДК205710 (ФАО 380) – батьківський компонент гібридів ‘Каховський’, ‘Азов’ тощо; ДК445 (ФАО 420) – батьківський компонент гібридів ‘Арабат’, ‘Чонгар’, ‘Тілея’ тощо. Фактор В – біопрепарат Органік-баланс (без оброблення; оброблення Органік-балансом). Фактор С – густина рослин (70; 80; 90 тис. рослин на га). Повторення чотириразове з розміщенням методом рендомізованих ділянок. Площа посівних ділянок 70 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>. Препаратом Органік-баланс обробляли насіння до сівби та вносили вручну ранцевим оприскувачем у фазу 8 листків.

Біопрепарат Органік-баланс вітчизняного виробництва, заявник БТУ-центр. Діючі речовини: клітини бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Paenibacillus polymyxa*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, макро- та мікроелементи, біологічно активні продукти: ніко-

тинова та пантотенова кислоти, піридоксин, біотин, гетероауксини, гібереліни, цитокініни, ферменти. Препарат унесено до Реєстру пестицидів, дозволених до використання.

Основним критерієм планування режиму зрошення був рівень передполивної вологості ґрунту (РПВГ). Біологічно оптимальним режимом зрошення кукурудзи вважають такий режим, при якому на всіх етапах органогенезу РПВГ підтримують на рівні 80% НВ (найменшої вологості), який і було застосовано в досліді.

Результати обліку врожаю обробляли методами статистичного аналізу за методичними рекомендаціями для умов зрошення [22, 23].

### Результати досліджень

Спостереження впродовж 2016–2018 рр. показали, що максимальна площа асиміляційної поверхні однієї рослини батьківських компонентів кукурудзи залежала від генотипу ліній, густоти рослин та оброблення біопрепаратом Органік-баланс (табл. 1).

Таблиця 1

Площа асиміляційної поверхні однієї рослини ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи (м<sup>2</sup>/роsl.) у фазу цвітіння залежно від факторів досліді (2016–2018 рр.)

Фактор А, батьківська лінія	Фактор В, оброблення препаратом	Фактор С, густина рослин, тис. рослин/га			У середньому за фактором	
		70	80	90	А	В
ДК247 (ФАО 290)	Без оброблення (контроль)	0,335	0,325	0,316	0,351	0,382
	Органік-баланс	0,388	0,381	0,366		
ДК205710 (ФАО 380)	Без оброблення	0,375	0,367	0,336	0,387	–
	Органік-баланс	0,432	0,418	0,396		
ДК445 (ФАО 420)	Без оброблення	0,473	0,459	0,454	0,467	–
	Органік-баланс	0,489	0,466	0,464		
У середньому		0,415	0,403	0,389	–	–
Оцінювання істотності часткових відмінностей НІР <sub>0,05</sub> : А = 0,036; В = 0,026; С = 0,025						
Оцінювання істотності середніх (головних) ефектів НІР <sub>0,05</sub> : А = 0,014; В = 0,013; С = 0,011						
Частка впливу факторів: А = 81,2%; В = 13,3%; С = 5,5%						

Група стиглості батьківських компонентів найбільше впливала на показники площі асиміляційної поверхні. У фазу цвітіння найбільшу площу листків – 0,467 м<sup>2</sup>/рослину було відмічено у середньопізньої лінії ДК445 (ФАО 420). Меншу площу асиміляційної поверхні рослини сформувала середньорання лінія ДК247 (ФАО 290) – 0,351 м<sup>2</sup>/рослину та середньостигла лінія ДК205710 (ФАО 380) – 0,387 м<sup>2</sup>/рослину. Порівняно із середньопізньою лінією ДК445 у середньостиглої лінії ДК205710 цей показник зменшувався в середньому на 17%, а у середньоранньої лінії ДК247 відповідно на 25%.

Найбільший показник площі асиміляційної поверхні було зафіксовано у середньопізньої лінії ДК445 за використання біопрепарату Органік-баланс з густиною стояння 70 тис./рос-

лин – 0,489 м<sup>2</sup>/рослину. Оброблення рослин кукурудзи біопрепаратом Органік-баланс позитивно вплинуло на площу асиміляційної поверхні рослин батьківських компонентів і забезпечило її приріст, порівняно з необробленим контролем, у лінії ДК247 на 0,050–0,056 м<sup>2</sup>/рослину або 15,8–17,2%, у лінії ДК205710 на 0,051–0,060 м<sup>2</sup>/рослину або 13,9–17,9%.

У середньому за фактором С найбільшу площу асиміляційної поверхні батьківських компонентів спостерігали за густоти стояння 70 тис. росл./га – 0,415 м<sup>2</sup>/рослину, найменшу – за густоти стояння 90 тис. росл./га – 0,389 м<sup>2</sup>/рослину.

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) є показником ефективності елементів агротехнічних заходів. За літературними даними ве-

личина ЧПФ кукурудзи коливається в широких межах – від 2 до 25 г/м<sup>2</sup> за добу. Максимальний показник було відмічено в міжфазний період від 15 листків до формування зерна і він становив 12–14 г/м<sup>2</sup> за добу [24].

Чиста продуктивність фотосинтезу у наших дослідженнях залежала від обробки біопрепаратом Органік-баланс, густоти рослин, біологічних особливостей ліній. Використання для досліджень батьківських ліній кукурудзи різних груп ФАО дозволило виявити тенденцію до зростання показника чистої продуктивності фотосинтезу залежно від тривалості вегетаційного періоду у дослідних зразків (табл. 2).

На варіанті без обробляння біопрепаратом максимальну величину чистої продуктивності фотосинтезу – 6,18 г/м<sup>2</sup>/добу, було одержано у середньопізньої лінії ДК445 за густоти стояння рослин 70 тис. росл./га. Найменшу чисту продуктивність фотосинтезу спостерігали у середньоранньої лінії ДК247 (5,34 г/м<sup>2</sup> за добу) за густоти рослин 70 тис. росл./га.

У середньому за фактором В обробляння біопрепаратом Органік-баланс сприяло збільшенню показника чистої продуктивності фотосинтезу. Порівняно з контролем спостерігали збільшення чистої продуктивності фотосинтезу на 5,1%.

Таблиця 2

**Чиста продуктивність фотосинтезу рослин ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від факторів досліду, г/м<sup>2</sup> за добу (середнє за 2016–2018 рр.)**

Фактор А, батьківська лінія	Фактор В, обробляння препаратом	Фактор С, густина рослин, тис. рослин/га			У середньому за фактором	
		70	80	90	А	В
ДК247 (ФАО 290)	Без обробляння	5,34	5,45	6,12	5,75	5,73
	Органік-баланс	5,45	5,56	6,56		
ДК205710 (ФАО 380)	Без обробляння	5,56	6,02	5,44	5,79	–
	Органік-баланс	5,68	6,49	5,58		
ДК445 (ФАО 420)	Без обробляння	6,18	6,02	5,49	6,11	–
	Органік-баланс	6,78	6,59	5,65		
У середньому		5,83	6,02	5,81	–	–
Оцінювання істотності часткових відмінностей НІР <sub>0,05</sub> : А = 0,04; В = 0,04; С = 0,03						
Оцінювання істотності середніх (головних) ефектів НІР <sub>0,05</sub> : А = 0,05; В = 0,04; С = 0,04						
Частка впливу факторів: А = 85,2%; В = 12,3%; С = 2,5%						

Максимальну величину ЧПФ – 6,78 г/м<sup>2</sup> за добу, було одержано у середньопізньої лінії ДК445 за густоти рослин 70 тис. росл./га та обробляння біопрепаратом Органік-баланс. У середньостиглої лінії ДК205710 максимальний показник ЧПФ спостерігали за густоти рослин 80 тис. росл./га – 6,49 г/м<sup>2</sup>/добу, у середньоранньої лінії ДК247 за густоти рослин 90 тис. росл./га – 6,56 г/м<sup>2</sup>/добу та обробляння біопрепаратом Органік-баланс.

За даними таблиці 3 по всіх групах стиглості батьківських ліній кукурудзи спостерігали тенденцію до приросту врожайності насіння зі збільшенням групи ФАО та оброблянням біопрепаратом Органік-баланс.

Під впливом біопрепарату Органік-баланс в умовах зрошення врожайність досліджуваних батьківських компонентів гібридів кукурудзи у середньому за 2016–2018 рр. зростала на 8,8%.

Таблиця 3

**Урожайність насіння ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від факторів досліду, т/га (середнє за 2016–2018 рр.)**

Фактор А, батьківська лінія	Фактор В, обробляння препаратом	Фактор С, густина рослин, тис. рослин/га			У середньому за фактором	
		70	80	90	А	В
ДК247 (ФАО 290)	Без обробляння	3,97	4,31	4,47	4,49	4,98
	Органік-баланс	4,42	4,66	5,15		
ДК205710 (ФАО 380)	Без обробляння	4,31	5,09	4,17	4,69	–
	Органік-баланс	4,71	5,46	4,44		
ДК445 (ФАО 420)	Без обробляння	6,58	6,17	5,78	6,42	–
	Органік-баланс	7,08	6,71	6,21		
У середньому		5,18	5,40	5,04	–	–
Оцінювання істотності часткових відмінностей НІР <sub>0,05</sub> : А = 0,27; В = 0,27; С = 0,14						
Оцінювання істотності середніх (головних) ефектів НІР <sub>0,05</sub> : А = 0,23; В = 0,16; С = 0,12						
Частка впливу факторів: А = 82,2%; В = 4,0%; С = 5,3%						

Максимальну врожайність насіння було сформовано середньою лінією ДК445 за оброблення біопрепаратом Органік-баланс – 7,08 т/га та густоти рослин 70 тис. росл./га. Приріст урожайності в порівнянні з контрольним, не обробленим варіантом, складав 7,5%. За густоти рослин 80 тис. росл./га на контрольному варіанті врожайність насіння зменшувалась до 6,17 т/га, оброблення біопрепаратом Органік-баланс підвищувало врожайність на 0,44 т/га або 7,13% і складало 6,71 т/га. При збільшенні густоти рослин до 90 тис. росл./га врожайність насіння цієї лінії знижувалась на 12,1% порівняно з густотою 80 тис. росл./га і становила 6,21 т/га за оброблення біопрепаратом Органік-баланс. Без оброблення препаратом зниження врожаю становило 12,2%. Установлено, що материнська лінія ДК445 негативно реагувала на загущеність посівів.

Найменшу врожайність насіння показала середньорання лінія ДК247 за густоти рослин 70 тис. росл./га без оброблення препаратом – 3,97 т/га. Підвищення густоти рослин до 80 тис. росл./га дало прибавку врожаю насіння на 0,34 т/га або 8,6%. Оброблення біопрепаратом Органік-баланс забезпечило приріст врожайності на 0,35 т/га (7,4%). Найбільшу врожайність насіння на контрольному варіанті материнська лінія ДК247 показала за густоти 90 тис. росл./га – 4,47 т/га. Приріст врожайності насіння становив 0,48 т/га порівняно з густотою 70 тис. росл./га. Оброблення цієї лінії біопрепаратом Органік-баланс забезпечило найбільшу врожайність насіння – 5,15 т/га за густоти 90 тис. росл./га.

Середньостигла лінія ДК205710 найбільшу врожайність насіння 5,46 т/га показала за густоти 80 тис. росл./га та за оброблення біопрепаратом Органік-баланс. Густота рослин 70 та 90 тис. росл./га призвела до зниження врожайності насіння на 0,72 і 0,99 т/га та 13,3 і 18,3%, відповідно.

Площа листкового апарата рослин відіграє важливу роль у накопиченні біомаси. Проте, частка корисної продукції (у даному досліді насіння кукурудзи) у загальній біомасі може значно коливатись. На співвідношення між оптимальним або підвищеним рівнем функціонування асиміляційного апарата і реалізацією генотипового потенціалу врожайності також звертали увагу й інші дослідники [25]. Збільшення площі листкової поверхні та зростання суми хлорофілів за впливу нанокоспозитів спостерігали в досліді з оброблення рослин кукурудзи [26]. Біологічно активні препарати позитивно впливали на продуктивність фотосинтезу як підтверджу-

ють результати досліджень інших учених [27]. Проте, дія таких комплексних ростових регуляторів може впливати не тільки на фотосинтетичну активність та площу листкового апарата рослин, а й сприяти збільшенню врожайності насінневої продукції та частки корисної продукції в загальній біомасі, що й показали наші дослідження.

Дослідження підтвердили попередні наукові висновки в тому, що технологія вирощування насіння самозапилених ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи є одним з основних показників ефективності використання селекційних розробок. Удосконалені сортові технології прискорюють розмноження вихідних ліній та впровадження у виробництво інноваційних гібридів кукурудзи [28]. За розроблення сортової технології вирощування насіння батьківських форм кукурудзи необхідно враховувати групи стиглості, генотипову реакцію на густоту стояння рослин та дію конкретних біологічно активних препаратів. Наші дослідження виконано на сучасних батьківських лініях кукурудзи та нових біологічно активних препаратах. Необхідність таких перманентних досліджень з удосконалення сортових технологій новітніх генотипів була засвідчена попередніми науковими розробками і є важливим компонентом наукового супроводу впровадження інноваційних розробок у виробництво [13, 19].

Таким чином, при вирощуванні досліджуваних ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи слід враховувати агроєкологічні умови, генотипові властивості рослин і особливості сортової агротехнології, яка значно відрізняється від технологічних заходів вирощування гібридів  $F_1$ , що підтверджують дослідження інших науковців [29, 30].

## Висновки

Установлено, що на врожайність насіння батьківських компонентів сучасних гібридів кукурудзи найбільше впливають генотипові особливості ліній. Максимальну врожайність насіння лінії ДК247 (батьківський компонент гібридів ‘Скадовський’, ‘Олешківський’ тощо) отримано за густоти стояння 90 тис. рослин на га. Оброблення біопрепаратом Органік-баланс сприяло підвищенню врожайності на 0,55 т/га і становило 5,15 т/га. Лінія ДК205710 (батьківський компонент гібридів ‘Каховський’, ‘Азов’ тощо) найбільшу врожайність насіння 5,46 т/га показала за густоти стояння 80 тис. росл./га. Оброблення біопрепаратом Органік-баланс підвищувало врожайність насіння на 0,37 т/га порівня-

но з необробленими ділянками. Найбільшу врожайність лінія ДК445 (батьківський компонент гібридів 'Арабат', 'Гілея', 'Чонгар' тощо) сформувала за густоти стояння 70 тис. росл./га – 7,08 т/га на варіанті з оброблянням біопрепаратом Органік-баланс. Установлені залежності прояву врожайності ліній кукурудзи від генотипових особливостей, щільності агрофітоценозу та біопрепаратів рїстрегулюючої дії підтвердили результати інших досліджень, що вказує на перспективність подальших розробок у напрямі прискореного розмноження ліній – батьківських компонентів для їхнього використання на ділянках гібридизації та впровадження у виробництво нових інноваційних гібридів кукурудзи.

Результати досліджень показали, що більшим проявом урожайності насіння в умовах зрошення характеризувались лінії – батьківські компоненти середньостиглої та середньопізньої групи. Обробляння біопрепаратом позитивно вплинуло на морфо-фізіологічні показники та підвищило врожайність насіння на 7,6–11,6%.

### Використана література

- Абельмасов О. В., Бебех А. В. Особливості прояву основних елементів структури врожайності самозапилених ліній кукурудзи в різних умовах вирощування. *Plant Var. Stud. Prot.* 2018. Т. 14, № 2. С. 209–214. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771.
- Betran F. J., Beck D., Bänziger M. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and nonstress environments in tropical maize. *Crop Sci.* 2003. Vol. 43, Iss. 3. P. 807–817. doi: 10.2135/cropsci2003.8070.
- Qiang Y., Yinghong L., Xianbin H. et al. Quantitative trait loci mapping for yield-related traits under low and high planting densities in maize (*Zea mays* L.). *Plant Breed.* 2019. Vol. 139, Iss. 2. P. 1–14. doi: 10.1111/pbr.12778.
- 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. *Trans. ASABE.* 2016. Vol. 59, Iss. 5. P. 1235–1256. doi: 10.13031/trans.59.11169.
- Mason S., Kmail Z., Galusha T., Jukić Ž. Path analysis of drought tolerant maize hybrid yield and yield components across planting dates. *J. Cent. Eur. Agric.* 2019. Vol. 20, Iss. 1. P. 194–207. doi: 10.5513/JCEA01/20.1.2106.
- Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Михайленко І. В., Хоменко Т. М. Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від обробки мікродобривами за умов зрошення. *Plant Var. Stud. Prot.* 2019. Т. 15, № 1. С. 71–79. doi: 10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486.
- Савчук М. В., Лісовий М. М., Таран О. П. Вплив передпосівної обробки нанокомпозитами на фотосинтетичний апарат гібрида кукурудзи. *Вісн. аграр. науки.* 2018. № 5. С. 32–35. doi: 10.31073/agrovisnyk201805–05.
- Рожков А. О., Чигрин О. В., Воропай Ю. В., Ольховський Д. Є. Урожайність і посівні якості гірчиці білої залежно від обробки насіння фізіологічно активними препаратами. *Селекція і насінництво.* 2018. Вип. 113. С. 208–217. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134381.
- Василенко М. Г., Стадник А. П., Душко П. М. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. *Агроекологічний журнал.* 2018. № 1. С. 96–101. doi: 10.33730/2077-4893.1.2018.161350.
- Токмакова Л. М., Трепан А. О., Шевченко Л. А. Ефективність фосфорного живлення рослин кукурудзи за дії поліміксобактерину. *Вісник ПДАА.* 2019. № 1. С. 73–80. doi: 10.31210/visnyk2019.01.09.
- Маслійов С. В., Мацай Н. Ю., Циганкова Н. А., Сахо М. А. Вплив попередників, обробітку ґрунту та добрив на урожайність і якість зерна кукурудзи в умовах Луганської області. *Вісник ПДАА.* 2018. № 4. С. 18–23. doi: 10.31210/visnyk2018.04.02.
- Савчук М. В., Лісовий М. М., Таран О. П. Вплив передпосівної обробки нанокомпозитами на фотосинтетичний апарат гібрида кукурудзи. *Вісн. аграр. науки.* 2018. № 5. С. 32–35. doi: 10.31073/agrovisnyk201805–05.
- Zhang L., Garneau M. G., Majumdar R. Improvement of pea biomass and seed productivity by simultaneous increase of phloem and embryo loading with amino acids. *Plant J.* 2015. Vol. 81, Iss 1. P. 134–146. doi: 10.1111/tbj.12716.
- Каленська С. М., Таран В. Г. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. *Plant Var. Stud. Prot.* 2018. Т. 14, № 4. С. 415–421. doi: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909.
- Troyer A. F. Background of U.S. Hybrid Corn II. *Crop Sci.* 2004. Vol. 44, Iss. 2. P. 370–380. doi: 10.2135/cropsci2004.3700.
- Fox G., O'Hare T. Analyzing maize grain quality. *Achieving sustainable cultivation of maize.* Cambridge : Burleigh Dodds Science Publ., 2017. Vol. 1. P. 237–260. doi: 10.19103/AS.2016.0001.14.
- Heerwaarden J., Hufford M. B., Ross-Ibarra J. Historical genomics of North American maize. *PNAS.* 2018. Vol. 109, Iss. 31. P. 12420–12425. doi: 10.1073/pnas.1209275109.
- Hutsch B. W., 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.
- Milander J., Jukić Ž., Mason S. Hybrid maturity influence on maize yield and yield component response to plant population in Croatia and Nebraska. *Cereal Res. Commun.* 2017. Vol. 45, Iss. 2. P. 326–335. doi: 10.1556/0806.45.2017.015.
- Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Нужна М. В., Боденко Н. А. Моделі гібридів кукурудзи ФАО 150–490 для умов зрошення. *Plant Var. Stud. Prot.* 2018. Т. 14, № 1. С. 58–64. doi: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508.
- Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Гож О. А. та ін. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. Херсон : Грінь Д. С., 2015. 104 с.
- Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 286 с.
- Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.
- Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Найдьонов В. Г., Михайленко І. В. Методичні вказівки з насінництва кукурудзи в умовах зрошення. Херсон : Айлант, 2008. 212 с.
- Morgun V. V., Priadkina G. A., Stasik O. O., Zborivska O. V. Relationships canopy assimilation surface capacity traits and grain productivity of winter wheat genotypes under drought stress. *Agric. Sci. Pract.* 2019. Vol. 6, Iss. 2. P. 18–28. doi: 10.15407/agrisp6.02.018.
- Сухомуд О. Г., Адаменко Д. М., Кравець І. С., Суханов С. В. Вплив застосування мікродобрив ТМ «Актив-харвест» на ріст, розвиток і врожайність рослин кукурудзи. *Вісник УНУС.* 2019. Т. 94, № 1. С. 156–164. doi: 10.31395/2415-8240-2019-94-1-156-164.
- Troyer A. F. Adaptedness and heterosis in corn and mule hybrids. *Crop Sci.* 2006. Vol. 46, Iss. 2. P. 528–543. doi: 10.2135/cropsci2005.0065.

28. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневих підживлень на кількість качанів у гібридів кукурудзи. *Вісн. аграр. науки*. 2018. № 8. С. 24–32. doi: 10.31073/agrovisnyk201808–14.
29. Пашченко Ю. М. Технологія вирощування батьківських форм гібридів кукурудзи у Південному Степу. *Селекція і насінництво*. 2009. Вип. 97. С. 203–208. doi: 10.30835/2413-7510.2009.77603.
30. Белов Я. В. Напрями оптимізації технологій вирощування кукурудзи за умов змін клімату. *Вісн. аграр. науки Причорномор'я*. 2018. № 4. С. 74–81. doi: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-11.
- ## References
1. Abelmanov, O. V., & Bebeh, A. V. (2018). Specifics of the key yield components manifestation in self-pollinated corn lines under different growing conditions. *Plant Var. Stud. Prot.*, 14(2), 209–214. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134771. [in Ukrainian]
2. Betran, F. J., Beck, D., & Bänziger, M. (2003). Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and nonstress environments in tropical maize. *Crop Sci.*, 43(3), 807–817. doi: 10.2135/cropsci2003.8070.
3. Qiang, Y., Yinghong, L., Xianbin, H., Xiangge, Z., Junjie, Z., Hanmei, L., Yufeng, H., & Guowu, Y. (2019). Quantitative trait loci mapping for yield-related traits under low and high planting densities in maize (*Zea mays* L.). *Plant Breed.*, 192(2), 1–14. doi: 10.1111/pbr.12778.
4. Irmak, S., & Djaman, K. (2016). Effects of planting date and density on plant growth, yield, evapotranspiration, and water productivity of subsurface drip-irrigated and rained maize. *Trans. ASABE*, 59(5), 1235–1256. doi: 10.13031/trans.59.11169.
5. Mason, S., Kmail, Z., Galusha, T., & Jukić, Ž. (2019). Path analysis of drought tolerant maize hybrid yield and yield components across planting dates. *J. Cent. Eur. Agric.*, 20(1), 194–207. doi: 10.5513/JCEA01/20.1.2106.
6. Marchenko, T. Yu., Lavrinenko, Yu. O., Mykhaylenko, I. V., & Khomenko, T. M. (2019). Biometric indicators of maize hybrids of different FAO groups depending on micronutrient treatment under irrigation conditions. *Plant Var. Stud. Prot.*, 15(1), 71–79. doi: 10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486. [in Ukrainian]
7. Savchuk, M. V., Forest, M. M., & Taran, O. P. (2018). Influence of presowing treatment with nanocomposites on the photosynthetic apparatus of maize hybrid. *Visn. agrar. nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 5, 32–35. doi: 10.31073/agrovisnyk201805–05. [in Ukrainian]
8. Rozhkov, A. O., Chyhryn, O. V., Voropai, Y. V., & Olkhovskiy, D. E. (2018). White mustard yield and sowing qualities depending on treatment of seeds with physiologically active agent. *Selekcija i nasinnictvo* [Plant Breeding and Seed Production], 113, 208–217. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134381. [in Ukrainian]
9. Vasylenko, M. H., Stadnyk, A. P., & Dushko, P. M. (2018). Yield and quality of seeds of agricultural crops under the action of plant growth regulators. *Agroekologičeskij žurnal* [Agroecological Journal], 1, 96–101. doi: 10.33730/2077-4893.1.2018.161350. [in Ukrainian]
10. Tokmakova, L. M., Trepan, A. A., & Shevchenko, L. A. (2019). The effectiveness of phosphorus nutrition of corn plants under the action of polymyxobacterin. *Visn. Poltav. derž. agrar. akad.* [News of Poltava State Agrarian Academy], 1, 73–80. doi: 10.31210/visnyk2019.01.09. [in Ukrainian]
11. Masliyov, S. V., Matsay, N. Yu., Tsygankova, N. A., & Sakhno, M. A. (2018). Influence of predecessors, tillage and fertilizers on the yield and quality of corn grain in the Luhansk region. *Visn. Poltav. derž. agrar. akad.* [News of Poltava State Agrarian Academy], 4, 18–23. doi: 10.31210/visnyk2018.04.02. [in Ukrainian]
12. Savchuk, M. V., Forest, M. M., & Taran, O. P. (2018). Influence of presowing treatment with nanocomposites on the photosynthetic apparatus of maize hybrid. *Visn. Agrar. Nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 5, 32–35. doi: 10.31073/agrovisnyk201805–05. [in Ukrainian]
13. Zhang, L., Garneau, M. G., & Majumdar, R. (2015). Improvement of pea biomass and seed productivity by simultaneous increase of phloem and embryo loading with amino acids. *Plant J.*, 81(1), 134–146. doi: 10.1111/tpj.12716.
14. Kalenska, S. M., & Taran, V. H. (2018). Yield index of maize hybrids depending on plant density, fertilizer rates and weather conditions. *Plant Var. Stud. Prot.*, 14(4), 415–421. doi: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909. [in Ukrainian]
15. Troyer, A. F. (2004). Background of U.S. Hybrid Corn II. *Crop Sci.*, 44(2), 370–380. doi: 10.2135/cropsci2004.3700.
16. Fox, G., & O'Hare, T. (2017). Ananlyzing maize grain quality. In *Achieving sustainable cultivation of maize* (Vol. 1, pp. 237–260). Cambridge: Burleigh Dodds Science Publ. doi: 10.19103/AS.2016.0001.14.
17. Heerwaarden, J., Hufford, M. B., & Ross-Ibarra, J. (2018). Historical genomics of North American maize. *PNAS*, 109(31), 12420–12425. doi: 10.1073/pnas.1209275109.
18. Hutsch, B. W., & Schubert, S. (2017). Harvest Index of Maize (*Zea mays* L.): Are There Possibilities for Improvement. *Adv. Agron.*, 146, 37–82. doi: 10.1016/bs.agron.2017.07/004.
19. Milander, J., Jukić, Ž., & Mason, S. (2017). Hybrid maturity influence on maize yield and yield component response to plant population in Croatia and Nebraska. *Cereal Res. Commun.*, 45(2), 326–335. doi: 10.1556/0806.45.2017.015.
20. Lavrynenko, Y. O., Marchenko, T. Yu., Nuzhna, M. V., & Bodenko, N. A. (2018). Models of FAO 150–490 maize hybrids for irrigation conditions. *Plant Var. Stud. Prot.*, 14(1), 58–64. doi: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508. [in Ukrainian]
21. Vozzhogova, R. A., Lavrynenko, Yu. O., & Hozh, O. A. (2015). *Naukovo-praktychni rekomendatsii z tekhnologii vyroshchuvannya kukurudzy v umovakh zroshennia Pivdennoho Stepu Ukrainy* [Scientific and practical recommendations on the technology of corn cultivation under conditions of irrigation of the Southern Steppe of Ukraine]. Kherson: Hrin D. S. [in Ukrainian]
22. Vozzhogova, R. A., Lavrinenko, Y. O., & Malyarchuk, M. P. (2014). *Metodyka polovokh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh* [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]. Kherson: Hrin D. S. [in Ukrainian]
23. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Goloborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2009). *Dyspersiyni i koreliatsiyni analiz rezultativ polovokh doslidiv* [Analysis of variance and correlation of the results of field experiments]. Kherson: Aylant. [in Ukrainian]
24. Lavrynenko, Yu. O., Kokovikhin, S. V., Naidonov, V. H., & Mykhaylenko, I. V. (2008). *Metodychni vkazivky z nasinnystva kukurudzy v umovakh zroshennia* [Methodological instructions for seeding of corn under irrigation conditions]. Kherson: Aylant. [in Ukrainian]
25. Morgun, V. V., Priadkina, G. A., Stasik, O. O., & Zborivska, O. V. (2019). Relationships canopy assimilation surface capacity traits and grain productivity of winter wheat genotypes under drought stress. *Agric. Sci. Pract.*, 6(2), 18–28. doi: 10.15407/agrisp6.02.018.
26. Sukhomud, O. H., Adamenko, D. M., Kravets, I. S., & Sukhanov, S. V. (2019). The effect of the use of microfertilizers TM «Active Harvest» on the growth, development and yield of corn plants. *Visn. Umans'kogo nac. univ. sadivnictva* [Bulletin of Unan National University of Horticulture], 94(1), 156–164. doi: 10.31395/2415-8240-2019-94-1-156-164.
27. Troyer, A. F. (2006). Adaptedness and heterosis in corn and mule hybrids. *Crop Sci.*, 46(2), 528–543. doi: 10.2135/cropsci2005.0065.
28. Palamarchuk, V. D. (2018). Influence of foliar fertilization on the number of cobs in maize hybrids. *Visn. agrar. nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 8, 24–32. doi: 10.31073/agrovisnyk201808–14. [in Ukrainian]
29. Pashchenko, Yu. M. (2009). Technology of growing parent forms of maize hybrids in the Southern Steppe. *Selekcija i nasinnictvo* [Plant Breeding and Seed Production], 97, 203–208. doi: 10.30835/2413-7510.2009.77603. [in Ukrainian]
30. Belov, Ya. V. (2018). Directions for optimizing corn cultivation technologies under climate change. *Visn. agrar. nauki Pricornomor'ja* [Ukrainian Black Sea region Agrarian Science], 4, 74–81. doi: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-11. [in Ukrainian]

УДК 631.527:633.15:631.67

**Марченко Т. Ю.<sup>1\*</sup>, Вожегова Р. А.<sup>1</sup>, Лавриненко Ю. А.<sup>1</sup>, Хоменко Т. М.<sup>2</sup>** Особенности формирования фотосинтетического потенциала и урожайности семян родительских компонентов кукурузы в условиях орошения и применения стимулятора роста // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. Т. 16, № 2. С. 191–198. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209239>

<sup>1</sup>Институт орошаемого земледелия НААН Украины, пос. Наддніпрянське, г. Херсон, 73483, Україна, \*e-mail: tmarchenko74@ukr.net

<sup>2</sup>Український інститут експертизи сортів рослин, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Київ, 03041, Україна

**Цель.** Определить влияние густоты стояния растений и применения биопрепарата Органик-баланс на рост, развитие фотосинтетического потенциала и урожайность семян линий кукурузы, родительских компонентов перспективных гибридов ('Арабат', 'Скадовський', 'Каховський', 'Азов', 'Чонгар', 'Тилея' т.д.) в условиях капельного орошения. **Методы.** Полевой, морфометрический, статистические. **Результаты.** В фазу цветения початков наблюдали максимальные различия значения площади ассимиляционной поверхности между линиями кукурузы и между вариантами с применением различной густоты растений и биопрепарата Органик-баланс. Наибольший показатель площади ассимиляционной поверхности был у среднепоздней линии ДК445 при густоте стояния 70 тыс. раст./га и использовании биопрепарата Органик-баланс – 0,489 м<sup>2</sup>/растение. Биопрепарат Органик-баланс положительно влиял на динамику площади ассимиляционной поверхности линий, обеспечив прирост по отдельным фазам развития по сравнению с необработанным контролем на 0,04 м<sup>2</sup>/растение или на 9,5%. Максимальную урожайность семян линии группы FAO 290 (ДК247) получили при густоте 90 тыс. раст./га и обработке биопрепаратом Органик-баланс – 5,15 т/га. У линии группы FAO 350 (ДК 205710) лучшую уро-

жайность зафиксировали на варианте с густотой стояния 80 тыс. раст./га и при обработке биопрепаратом Органик-баланс – 5,46 т/га. Наибольшая урожайность семян линии группы FAO 420 (ДК445) была отмечена у варианта с густотой стояния 80 тыс. раст./га – 6,58 т/га и при обработке биопрепаратом Органик-баланс – 7,08 т/га. Использование биопрепарата Органик-баланс увеличивало урожайность семян в среднем на 8,1%. **Выводы.** Фотосинтетические показатели линий кукурузы преимущественно зависели от генотипа. Плотность фитоценоза и обработка биопрепаратом имели гораздо меньшее влияние на продуктивность фотосинтеза. В условиях орошения максимальная урожайность семян была отмечена у среднепоздней родительской линии ДК445 – 7,08 т/га. В соответствии с полученными результатами производство семенного материала родительских компонентов необходимо осуществлять с учётом их генотипических характеристик, реакции на плотность фитоценоза и использования биопрепаратов с ростстимулирующим эффектом.

**Ключевые слова:** семена; родительский компонент; площадь ассимиляционной поверхности; биопрепарат; густота растений; чистая продуктивность фотосинтеза; урожайность.

UDC 631.527:633.15:631.67

**Marchenko, T. Yu.<sup>1\*</sup>, Vozhegova, R. A.<sup>1</sup>, Lavrynenko, Yu. O.<sup>1</sup>, & Khomenko, T. M.<sup>2</sup>** (2020). Features of the formation of photosynthetic potential and seed yield of maize parental components under irrigation and the use of a growth stimulator. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(2), 191–198. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209239>

<sup>1</sup>Institute of Irrigated Agriculture, NAAS of Ukraine, vil. Naddnyprianske, Kherson, 73483, Ukraine, \*e-mail: tmarchenko74@ukr.net

<sup>2</sup>Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine

**Purpose.** Determine the effect of plant densities and the use of Organic-balance biological preparation on growth, development of photosynthetic potential and grain yield of maize lines, parental components of perspective hybrids ('Arabat', 'Skadovskyi', 'Kakhovskyi', 'Azov', 'Chonhar', 'Hileia' etc.) under conditions of drip irrigation. **Methods.** Field, morphometric, statistical. **Results.** In the flowering phase, the maximum differences in the area of the assimilation surface were observed between the maize lines and variants using different plant densities and Organic-balance biological preparation. The highest rate of the assimilation surface area was in the mid-late line DK445 with a density of standing of 70 thousand plants/ha and the use of the biopreparation Organic-balance – 0.489 m<sup>2</sup>/plant. The biological preparation Organic-balance positively influenced the dynamics of the assimilation surface area of the lines, providing an increase in individual phases of development compared with the untreated control by 0.04 m<sup>2</sup>/plant or by 9.5%. The maximum grain yield of the FAO 290 group (DK247) the line was obtained with a density of 90 thousand plants/ha and processing with the Organic-balance biopreparation – 5.15 t/ha. At the FAO 350 group line (DK205710), the highest grain yield

was recorded in the variant with a stand density of 80 thousand plants/ha and when processing with the Organic-balance biopreparation – 5.46 t/ha. The highest grain yield of the FAO 420 group (DK445) line was noted in the variant with a stand density of 80 thousand plants/ha – 6.58 t/ha and when processed with biological preparation Organic-balance – 7.08 t/ha. The use of the biopreparation Organic-balance increased grain yield by an average of 8.1%. **Conclusions.** Photosynthetic indices of maize lines were predominantly dependent on the genotype. The architectonics of agrophytocenosis and treatment with a biopreparation had a much lesser effect on the productivity of photosynthesis. Under irrigation conditions, the maximum grain yield was observed in the middle-late parent line DK445 – 7.08 t/ha. In accordance with the obtained results, the production of seed material of the parent components should be carried out taking into account their genotypic characteristics, reactions to the density of agrophytocenosis, and the use of **biopreparations** with a growth-promoting effect.

**Keywords:** seeds; parent component; assimilation surface area; biopreparation; plant density; net photosynthetic productivity; yield.

Надійшла / Received 12.05.2020

Погоджено до друку / Accepted 13.06.2020