

ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ ПОСІВУ І ОБРОБІТКУ БІОПРЕПАРАТАМИ ЗА УМОВ ЗРОШЕННЯ

ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-9442-8793

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-6994-3443

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0001-8649-0618

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
КОБИЗЄВА Л.Н. – доктор сільськогосподарських наук,
член-кореспондент Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0003-3067-7971

Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України
МІЩЕНКО С.В. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-1979-4002

Інститут луб'яних культур Національної академії аграрних наук України
ГРАБОВСЬКИЙ М.Б. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-8494-7896

Білоцерківський національний аграрний університет
Міністерства освіти і науки України

Постановка проблеми. Формування фотосинтетичних показників рослин кукурудзи залежить від біологічних особливостей гібридів, зовнішніх абіотичних чинників та агротехнологічних заходів [1, 2]. Основними елементами технології вирощування, що суттєво впливають на рослинний організм, є щільність посіву та обробка біологічними препаратами [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Доведено, що площа листової поверхні, тривалість життєдіяльності і чиста продуктивність фотосинтезу мають визначальний вплив на формування врожайності та розглядаються як фактори продуктивності посіву [5]. Встановлено, що між продуктивністю посівів і площею їх листків, показниками фотосинтетичного потенціалу спостерігається тісний кореляційний зв'язок [6, 7]. Однак, при сильному загущенні, продуктивність роботи нижніх затінених листків знижується і дещо затягується загальний цикл росту [8]. Важливим є створення таких оптимальних умов для росту і розвитку рослин, за яких листовий апарат міг би функціонувати з найвищою продуктивністю. Дослідження показують, що площа листя і весь асиміляційний апарат, а також інтенсивність і тривалість його функціонування здебільшого залежить від агротехніки вирощування, зрошення, норм добрив, мікродобрив, генотипу гібридів тощо [9, 10].

Теоретичні дослідження фізіолого-біохімічних процесів фотосинтезу дали рослинництву досить чітке уявлення про оптимальні вимоги до стану рослин та їх посівів як до цілісних, так і складних фотосинтезуючих систем. При цьому визначальними напрямками підвищення фотосинтезуючої діяльності агрофітоценозів є: 1) розробка заходів зростання терміну роботи листової поверхні посівів як за рахунок більш раннього її форму-

вання, скорочення часу досягнення оптимальних розмірів, так і особливо подовження часу роботи сформованого листового апарату; 2) розробка заходів оптимізації внутрішньої структури агрофітоценозів як фотосинтезуючої системи; 3) селекційно-генетичне покращання агрокультур за показниками фотосинтетичної діяльності й більш тісного зв'язку з оптимальним ходом усіх процесів росту, розвитку та формування продуктивності; 4) агротехнічне забезпечення оптимального ходу фотосинтетичних процесів [11–13].

Для оптимального проходження процесу фотосинтезу посіви кукурудзи повинні мати певну площу асиміляційної поверхні листків, що забезпечує нагромадження пластичних речовин для формування врожаю зерна гібридів. В умовах зрошення інтенсивність фізіологічних процесів кукурудзи підсилюється – збільшується площа і продуктивність асиміляційного апарату, вміст води та сухої речовини в листках і стеблах [14].

Мета досліджень – встановити вплив густоти рослин та обробітку біологічними препаратами на формування фотосинтетичних показників гібридів кукурудзи різних груп ФАО у Південному Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися протягом 2019–2021 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН, що розташоване в зоні Інгулецького зрошуваного масиву.

Трифакторний дослід закладали методом розщеплених, рендомізованих блоків. Дослідження проводили в чотириразовій повторності. Посівна площа ділянок становила 50,0 м², облікова – 30,0 м².

Фактор А – різні за групами ФАО вітчизняні гібриди кукурудзи: Степовий (ФАО 190), Каховський (ФАО 350), Чонгар (ФАО 420), Арабат (ФАО 430). Фактор В – густота

рослин 70, 80, 90 тис. рослин / га. Фактор С – обробка рослин гібридів кукурудзи інноваційними вітчизняними біопрепаратами Флуоресцин БТ, Трихопсин БТ, Біоспектр БТ.

Трихопсин БТ – мікробіологічний препарат інсекто-фунгіцидної та рістстимулювальної дії. Діючою основою препарату є міцелій, спори гриба із роду *Trichoderma* та ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $2,0 \cdot 10^{10}$ КУО/см³, а також біологічно-активні речовини, що продукують штами-продуценти.

Біоспектр БТ – мікробіологічний препарат інсекто-фунгіцидної дії. Містить ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³, біологічно-активні речовини (БАР): кислоти із роду феназин-карбонових, комплекс активних пігментів, які є діючими факторами в препараті.

Флуоресцин БТ – мікробіологічний препарат фунгіцидної та рістстимулювальної дії. Містить ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³, а також біологічно-активні речовини (БАР): феназин-карбонові кислоти, сидерофори, цитокиніни.

Біопрепаратами обробляли насіння перед сівбою та рослини в процесі вегетації згідно рекомендацій Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН (м. Одеса) [15].

Площа асиміляційної поверхні та фотосинтетичний потенціал розраховували згідно методики Інституту зрощуваного землеробства НААН [16].

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

Результати досліджень. Переваги гібридів кукурудзи за площею асиміляційної поверхні на рослині зі збільшенням групи ФАО ілюструють дані таблиці 1. Найбільші показники площі асиміляційної поверхні у контрольному варіанті в середньому за фактором А (гібриди) – 0,632–0,647 м² / рослину мали рослини середньопізніх гібридів кукурудзи Чонгар і Арабат.

Найбільші показники площі асиміляційної поверхні у контрольному варіанті в середньому за фактором А (гібриди) – 0,632–0,647 м² / рослину мали рослини середньопізніх гібридів кукурудзи Чонгар і Арабат.

Група стиглості гібридів викликала коливання показника площі асиміляційної поверхні, який у фазу цвітіння найбільшим був на ділянках з середньопізнім гібридом Арабат, в середньому за фактором А (гібрид) становив 0,665 м² / рослину. За інших гібридів цей показник зменшився в порівнянні з гібридом Арабат в середньому на 3,1% (гібрид Чонгар), 22,4 % (гібрид Каховський) та на 32,3 % зменшилась площа асиміляційної поверхні листків порівняно з гібридом Арабат у гібриду Степовий.

Максимальні значення площі асиміляційної поверхні в усіх варіантах досліду спостерігали за густоти 70 тис. рослин / га.

В середньому за роками площі асиміляційної поверхні була у середньопізнього гібриду Арабат за густоти 70 тис. рослин / га – 0,681 м² / рослину. За густоти 80 тис. рослин / га площі асиміляційної поверхні склала 0,665 м² / рослину, при загущенні посівів до 90 тис. рослин / га спостерігалось різке зниження площі асиміляційної поверхні до 0,648 м² / рослину.

Середньопізній гібрид Чонгар також максимальну площу асиміляційної поверхні показав за густоти 70 тис. рослин / га – 0,663 м² / рослину. За густоти 90 тис. рос-

Таблиця 1

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

Гібрид (фактор А)	Густота тис. рослин/га (фактор В)	Обробіток біопрепаратами (фактор С)				В середньому за фактором	
		Без обробітку	Біоспектр БТ	Трихопсин БТ	Флуоресцин БТ	А	В
Степовий (FAO 190)	70	0,447	0,479	0,464	0,458	0,450	0,462
	80	0,436	0,464	0,451	0,446		0,449
	90	0,429	0,451	0,442	0,435		0,439
Середнє		0,437	0,465	0,452	0,446		
Каховський (FAO 350)	70	0,481	0,546	0,532	0,525	0,516	0,521
	80	0,475	0,541	0,527	0,519		0,516
	90	0,468	0,539	0,521	0,512		0,510
Середнє		0,475	0,542	0,527	0,519		
Чонгар (FAO 420)	70	0,648	0,677	0,668	0,657	0,645	0,663
	80	0,645	0,665	0,661	0,652		0,656
	90	0,602	0,631	0,623	0,615		0,618
Середнє		0,632	0,658	0,651	0,641		
Арабат (FAO 430)	70	0,667	0,698	0,687	0,673	0,665	0,681
	80	0,659	0,675	0,661	0,665		0,665
	90	0,615	0,669	0,657	0,651		0,648
Середнє		0,647	0,681	0,668	0,663		
Оцінка істотності середніх (головних) ефектів							
НІР ₀₅ , т/га		A=0,021; B=0,011; C=0,015					

лин / га в середньому спостерігалась мінімальна площа асиміляційної поверхні – 0,618 м² / рослину.

Середньостиглий гібрид Каховський в середньому максимальну площу асиміляційної поверхні показав за густоти 70 тис. рослин / га – 0,521 м² / рослину, збільшення густоти до 90 тис. рослин / га викликало падіння асиміляційної поверхні до 0,510 м² / рослину.

Ранньостиглий гібрид Степовий максимальну площу асиміляційної поверхні показав за густоти – 70 тис. рослин / га – 0,462 м² / рослину, збільшення густоти до 80 і 90 тис. рослин / га призвело до зменшення площі асиміляційної поверхні до 0,449 та 0,439 м² / рослину відповідно.

На площу асиміляційної поверхні гібридів кукурудзи, порівняно з контрольним варіантом, істотно вплинули всі застосовані біопрепарати.

Найбільший вплив на площу асиміляційної поверхні викликав препарат Біоспектр БТ, котрий забезпечував приріст, порівняно з необробленим контролем, на 0,028–0,067 м² / рослину м² / рослину. Препарат Трихосин БТ, в середньому за дослідом, також позитивно впливав на площу асиміляційної поверхні (приріст склав 0,015–0,055 м² / рослину). Біологічний препарат Флуоресцин БТ, в середньому за дослідом, мінімально впливав на площу асиміляційної поверхні (приріст 0,009–0,044 м² / рослину).

Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи у наших дослідженнях залежав від біологічних особливостей гібридів, обробітку біопрепаратами, густоти рослин. Використання для досліджень гібридів кукурудзи різних груп ФАО дозволило виявити тенденцію до зростання показника фотосинтетичного потенціалу гібридів залежно від тривалості вегетаційного періоду у дослідних гібридів.

На контрольному варіанті (без обробки біопрепаратами) в середньому максимальну величину фотосинтетичного потенціалу було одержано у середньопізннього гібриду Арабат – 2656 тис. м^{2*} діб, найменший фотосинтетичний потенціал в середньому спостерігали у середньораннього гібриду Степовий – 1798 тис. м^{2*} діб.

У середньому за фактором С обробка біопрепаратами сприяла збільшенню показника фотосинтетичного потенціалу. У порівнянні з контролем, спостерігали збільшення фотосинтетичного потенціалу від використання препарату Біоспектр БТ на 4,2–14,3 %, від дії препарату Трихосин БТ – на 3,1–10,9 %, від дії препарату Флуоресцин БТ спостерігалось збільшення фотосинтетичного потенціалу на 1,5–9,8 %.

Максимальну величину фотосинтетичного потенціалу – 3100 тис. м^{2*} діб, було одержано у середньопізннього гібриду Арабат за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ.

У середньопізннього гібриду Чонгар максимальний показник фотосинтетичного потенціалу спостерігали за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ – 2924 тис. м^{2*} діб.

Середньостиглий гібрид Каховський максимальний показник фотосинтетичного потенціалу – 2498 тис. м^{2*} діб – показав за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ.

Ранньостиглий гібрид Степовий максимальну величину фотосинтетичного потенціалу показав за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ – 2090 тис. м^{2*} діб.

З метою встановлення, як пов'язані фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи з урожайністю зерна, було розраховано кореляційно-регресійну залежність

Таблиця 2

Фотосинтетичний потенціал гібридів кукурудзи залежно від факторів досліді (середнє за 2019–2021 рр.), тис. м^{2*} діб

Гібрид (фактор А)	Густота тис. рослин/га (фактор В)	Обробіток біопрепаратами (фактор С)				В середньому за фактором	
		Без обробітку	Біоспектр БТ	Трихосин БТ	Флуоресцин БТ	А	В
Степовий (ФАО 190)	70	1611	1726	1672	1651	1850	1665
	80	1796	1911	1858	1837		1850
	90	1988	2090	2048	2016		2035
Середнє		1798	1909	1859	1834		
Каховський (ФАО 350)	70	1734	1968	1917	1892	2121	1878
	80	1957	2228	2171	2138		2123
	90	2169	2498	2414	2373		2363
Середнє		1953	2231	2167	2134		
Чонгар (ФАО 420)	70	2336	2440	2408	2368	2651	2388
	80	2657	2739	2723	2686		2701
	90	2790	2924	2887	2850		2863
Середнє		2594	2701	2673	2635		
Арабат (ФАО 430)	70	2404	2516	2476	2426	2733	2455
	80	2715	2781	2723	2739		2739
	90	2850	3100	3045	3017		3003
Середнє		2656	2799	2748	2727		
Оцінка істотності середніх (головних) ефектів							
НІР ₀₅ , т/га		А=55,5; В=63,4; С=32,1					

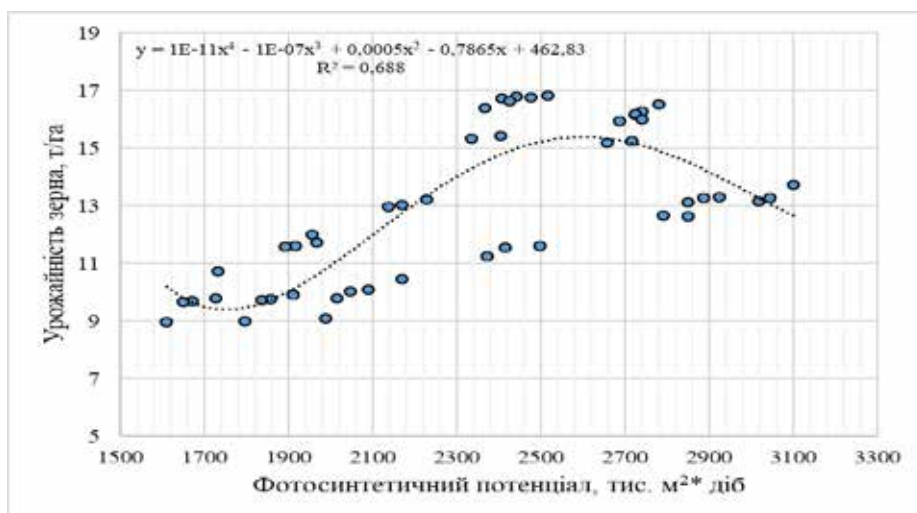


Рис. 1. Кореляційно-регресійна залежність урожайності зерна і фотосинтетичного потенціалу гібридів кукурудзи (середнє за 2019–2021 рр.)

(рис. 1). Коефіцієнт кореляції склав 0,681, що відповідає значний тісноті зв'язку за шкалою Чеддока.

Згідно проведеного моделювання доведено, що фотосинтетичний потенціал кукурудзи суттєво впливав на урожайність зерна. Існує оптимум фотосинтетичного потенціалу фітоценозу, збільшення чи зменшення якого призводить до зменшення урожайності зерна. Нашими дослідженнями встановлено, для умов зрошення оптимальний фотосинтетичний потенціал для гібридів кукурудзи складає 2400–2550 тис. м²* діб.

Доведено, збільшення фотосинтетичного потенціалу, зумовлене як групою ФАО, густотою стояння рослин, так і застосуванням біологічно активних препаратів Біоспектр БТ, Трихоспін БТ, Флуоресцин БТ, позитивно впливає на врожайність зерна гібридів кукурудзи.

Висновки. Встановлено, що обробіток біопрепаратами забезпечив прибавку площу асиміляційної поверхні гібридів кукурудзи.

Гібриди кукурудзи (в середньому) максимальну площу асиміляційної поверхні показали за обробки препаратом Біоспектр БТ – 0,665 м² / рослину. Найбільший вплив на площу асиміляційної поверхні спричиняв препарат Біоспектр БТ, який забезпечував приріст, порівняно з необробленим контролем, на 0,028–0,067 м² / рослину. Препарат Трихоспін БТ в середньому за дослідом також позитивно впливав на площу асиміляційної поверхні (приріст 0,015–0,055 м² / рослину). Біологічний препарат Флуоресцин БТ в середньому за дослідом мінімально впливав на площу асиміляційної поверхні (приріст 0,009–0,044 м² / рослину). Площа асиміляційної поверхні збільшилась за рахунок зменшення пошкоджень грибними захворюваннями та шкідниками, а також під впливом рістстимулювальної дії препаратів.

Максимальну величину фотосинтетичного потенціалу – 3100 тис. м²*діб – було одержано у середньопізнього гібриду Арабат за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ. У середньопізнього гібриду Чонгар максимальний показник фотосин-

тетичного потенціалу спостерігали за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ – 2924 тис. м²*діб. Середньостиглий гібрид Каховський максимальний показник фотосинтетичного потенціалу – 2498 тис. м²*діб – показав за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ. Ранньостиглий гібрид Степовий максимальну величину фотосинтетичного потенціалу показав за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ – 2090 тис. м²*діб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. 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*. Вип. 73. С. 21–26. doi: 10.32848/0135-2369.202.073.13.
2. Крутякова В. І., Таргоня В. С. Багаторівнева система сертифікації органічних виробництв сільськогосподарської продукції. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. *Інформаційний бюлетень Східнопалеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами*. 2018. № 53. С. 185–191.
3. Vozhehova R., Marchenko T., Piliarska O., Lavrynenko Yu., Halchenko N., Lykhovyd P. 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, Iss. 4. С. 611–619.
4. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневих підживлень на лінійні розміри рослин кукурудзи. *Науковий вісник НУБІП. Серія: Агрономія*. 2018. № 286. С. 231–244. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/18659.pdf>.
5. Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Т. Ю., Рубцов Д. К. Вплив густоти рослин і доз добрив на фотосинтетичну діяльність і врожайність сої середньостиглого сорту Святогор в умовах зрошення.

- Вісник аграрної науки*. 2020. № 4 (805). С. 62–68. doi: 10.31073/agrovisnyk 202004-09.
- Савчук М. В., Лісовий М. М., Таран О. П. Вплив передпосівної обробки наноконкомпозитами на фотосинтетичний апарат гібрида кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 5 (782). С. 32–35. doi: 10.31073/agrovisnyk201805–05.
 - 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. Т. 16, № 2. С. 191–198. doi: 10.21498/2518-1017.16.2.2020.209239
 - Корсун С. Г., Буслаєва Н. Г., Довбаш Н. І. Особливості фотосинтетичної діяльності посівів кукурудзи на зерно в умовах забруднення агроекотопів свинцем, кадмієм, цинком. *Вісник аграрної науки*. 2016. Т. 94, № 1. С. 32–36.
 - Крутякова В. І. Біометод – основа сталого розвитку вітчизняного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10. С. 5–14. doi: 10.31073/agrovisnyk202009-01
 - Мищенко С. В., Лайко І. М. Зменшення площі фотосинтезуючої поверхні листків конопель різних еколого-географічних типів в результаті самозапилення. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2012. № 12. С. 143–149.
 - Lavrynenko Yu. O., Vozhegova R. A., Hozh O. 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. 3, Iss. 1. P. 55–60. doi: 10.15407/agrisp3.01.055.
 - Черчель В. Ю., Шевченко М. С. Агроресурси і наукове моделювання виробництва 100 мільйонів тонн зерна. *Зернові культури*. Т. 4, № 1. 2020. С. 53–63. doi: 10.31867/2523-4544/0106.
 - van Lenteren J. C., Bolckmans K., Köh J. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new. *BioControl*. 2018. Vol. 63. P. 39–59. doi: 10.1007/s10526-017-9801-4.
 - Vozhegova 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, Iss. 1. P. 695–704.
 - Рекомендації Інженерно-технологічного інституту “Біотехніка” НААН <https://biotekhnika.od.ua/uk> (дата звернення: 20.02.2022).
 - Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, М. П. Малирчук [та ін.]. Херсон: ГрінД. С., 2014. 268 с.
 - ation of corn cultivation technologies on irrigated lands taking into account hydrothermal factors and climate change]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigation agriculture*, 73, 21–26. doi: 10.32848/0135-2369.2020.73.13 [in Ukrainian].
 - Krutyakova, V.I., & Tarhonya, V.S. (2018). Bahatorivneva systema sertyfikatsiyi orhanichnykh vyrobnytstv silskohospodarskoyi produktsiyi. *Biologichnyy metod zakhystu roslyn: dosyahnennya i perspektyvy* [Multilevel system of certification of organic production of agricultural products. Biological method of plant protection: achievements and prospects]. *Informatsiyyny byuleten Shkhidnopalearktychnoyi rehionalnoyi sektsiyi Mizhnarodnoyi orhanizatsiyi z biologichnoyi borotby zi shkidlyvymy orhanizmamy – Newsletter of the East Palearctic Regional Section of the International Organization for Biological Pests*, 53, 185–191 [in Ukrainian].
 - Vozhegova, R., Marchenko, T., Piliarska, O., Lavrynenko, Yu., Halchenko, N., & Lykhovyd, P. (2021). 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*. Vol. 21, Iss. 4. С. 611–619
 - Palamarchuk, V.D. (2018). Vplyv pozakorenevnykh pidzhyvlen' na liniyni rozmiry roslyn kukurudzy [Influence of foliar fertilization on the linear dimensions of corn plants]. *Naukovyy visnyk NUBIP. Seriya: Ahronomiya – Scientific Bulletin of NUBIP. Series: Agronomy*, 286, 231–244. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/18659.pdf> [in Ukrainian].
 - Vozhegova, R.A., Borovyk, V.O., Marchenko, T.Yu., & Rubtsov, D.K. (2020). Vplyv hustoty roslyn i doz dobryv na fotosyntetychnu diyalnist i vrozhaynist soyi serednostyhloho sortu Svyatohor v umovakh zroshennya [Influence of plant density and doses of fertilizers on photosynthetic activity and yield of soybeans of medium-ripe variety Svyatogor under irrigation]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 4 (805), 62–68. doi: 10.31073/agrovisnyk 202004-09 [in Ukrainian].
 - Savchuk, M.V., Lisovyy, M.M., & Taran, O.P. (2018). Vplyv peredposivnoyi obrobky nanokompozytamy na fotosyntetychnyy aparat hibryda kukurudzy [Influence of pre-sowing treatment with nanocomposites on the photosynthetic apparatus of maize hybrid]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 5 (782), 32–35. doi: 10.31073/agrovisnyk201805–05 [in Ukrainian].
 - Marchenko, T.Yu., Vozhegova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., & Khomenko, T.M. (2020). Osoblyvosti formuvannya fotosyntetychnoho potentsialu i vrozhaynosti nasinnya batkivskykh komponentiv kukurudzy v umovakh zroshennya ta zastosuvannya stymulyatora rostu [Peculiarities of photosynthetic potential formation and seed yield of parent components of corn under irrigation and growth stimulant application]. *Plant Varieties Studying and protection*, 16, 2, 191–198. doi: 10.21498/2518-1017.16.2.2020.209239 [in Ukrainian].
 - Korsun, S.H., Buslayeva, N.H., & Dovbash, N.I. (2016). Osoblyvosti fotosyntetychnoyi diyalnosti posiviv kukurudzy na zerno v umovakh zabrudnennya ahroekotopiv svyntsem, kadmiyem, tsynkom [Features of photosynthetic activity of corn crops for grain in conditions

REFERENCES:

- Hadzalo, Ya.M., Vozhegova, R.A., Kokovikhin, S.V., Biliaieva, I.M., & Drobitko, A.V. (2020). Naukove obgruntuvannya tekhnolohiy vyroshchuvannya kukurudzy na zroshuvanykh zemlyakh iz urakhuvannyam hidrottermichnykh chynnykiv i zmin klimatu [Scientific substanti-

- of contamination of agroecotopes with lead, cadmium, zinc]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 94, 1, 32–36 [in Ukrainian].
9. Krutyakova, V.I. (2020). Biometod – osnova staloho rozvytku vitchyznyanoho zemlerobstva [Biomethod – the basis of sustainable development of domestic agriculture]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 10, 5–14. doi: 10.31073/agrovisnyk202009-01 [in Ukrainian].
 10. Mishchenko, S.V., & Layko, I.M. (2012). Zmenschennya ploshchi fotosintezuyuchoyi poverkhni lystkiv konopel riznykh ekoloho-heohrafichnykh typiv v rezultati samozapylennya [reduction of the area of the photosynthetic surface of hemp leaves of different ecological and geographical types as a result of self-pollination]. *Visnyk Tsentru naukovoho zabezpechennya APV Kharkivskoyi oblasti – Bulletin of the Center for Scientific Support of Agro-Industrial Production of Kharkiv Region*, 12, 143–149 [in Ukrainian].
 11. Lavrynenko, Yu.O., Vozhegova, R.A., & Hozh, O.A. (2016). 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*. Vol. 3, Iss. 1. P. 55–60. doi: 10.15407/agrisp3.01.055
 12. Cherchel, V.Yu., Shevchenko, M.S. (2020). Ahroresursy i naukove modelyuvannya vyrobnytstva 100 milyon tonn zerna [Agricultural resources and scientific modeling of production of 100 million tons of grain]. *Zernovi kultury – Cereals*, 4, 1, 53–63. doi: 10.31867/2523-4544/0106 [in Ukrainian].
 13. van Lenteren, J. C., Bolckmans, K., & Köh, J. (2018). Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new. *BioControl*. Vol. 63. P. 39–59. doi: 10.1007/s10526-017-9801-4
 14. Vozhehova, R., Marchenko, T., Lavrynenko, Y., Piliarska, O., Zabara, P., Zaiets, S., Tyshchenko, A., Mishchenko, S., & Kormosh, S. (2022). 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*. Vol. 22, Iss. 1. P. 695–704
 15. Rekomendatsiyi Inzhenerno–tehnolohichnoho instytutu "Biotekhnika" NAAN. (2022). [Recommendations of the Engineering and Technological Institute "Biotechnology" NAAS]. URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk> [in Ukrainian].
 16. Vozhehova, R.A. (Ed.). (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemlyakh [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson: Hrin D.S., 286 [in Ukrainian].

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

Мета – дослідити вплив густоти рослин та обробітку біологічними препаратами на формування фотосинтетичних показників гібридів кукурудзи у Південному Степу України. **Методи.** Дослідження проводилися протягом 2019–2021 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН, що розташоване в зоні

Інгулецького зрошуваного масиву. Фактор А – різні за групами FAO вітчизняні гібриди кукурудзи. Фактор В – густина рослин. Фактор С – обробка інноваційними вітчизняними біопрепаратами. **Результати.** Встановлено, що обробітку біопрепаратами забезпечив прибавку площу асиміляційної поверхні гібридів кукурудзи. Гібриди кукурудзи (в середньому) максимальну площу асиміляційної поверхні показали за обробки препаратом Біоспектр БТ – 0,665 м² / рослину. Найбільший вплив на площу асиміляційної поверхні спричиняв препарат Біоспектр БТ, який забезпечував приріст, порівняно з необробленим контролем, на 0,028–0,067 м² / рослину. Препарат Трихопсин БТ в середньому за дослідом також позитивно впливав на площу асиміляційної поверхні (приріст 0,015–0,055 м² / рослину). Біологічний препарат Флуоресцин БТ в середньому за дослідом мінімально впливав на площу асиміляційної поверхні (приріст 0,009–0,044 м² / рослину). Площа асиміляційної поверхні збільшилась за рахунок зменшення пошкоджень грибними захворюваннями та шкідниками, а також під впливом рістстимулювальної дії препаратів. **Висновки.** Максимальну величину фотосинтетичного потенціалу – 3100 тис. м²*діб – було одержано у середньопізнього гібриду Арабат за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ. У середньопізнього гібриду Чонгар максимальний показник фотосинтетичного потенціалу спостерігали за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ – 2924 тис. м²*діб. Середньостиглий гібрид Каховський максимальний показник фотосинтетичного потенціалу – 2498 тис. м²*діб – показав за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ. Ранньостиглий гібрид Степовий максимальну величину фотосинтетичного потенціалу показав за густоти 90 тис. рослин / га та обробки біопрепаратом Біоспектр БТ – 2090 тис. м²*діб.

Ключові слова: гібриди, кукурудза, біопрепарати, площа листя, фотосинтетичний потенціал, урожайність.

Lavrynenko Yu.O., Marchenko T.Yu., Piliarska O.O., Kobyzeva L.N., Mishchenko S.V., Grabovskyi M.B. Photosynthetic indicators of maize hybrids depending on the density of sowing and treatment with biological products for irrigation

Purpose. Is to investigate the influence of plant density and treatment with biological preparations on the formation of photosynthetic indicators of maize hybrids in the Southern Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was conducted during 2019–2021 in the research field of the Institute of Irrigated Agriculture of NAAS, located in the area of Ingulets irrigated area. Factor A – different domestic FAO hybrids of maize. Factor B – plant density. Factor C – treatment with innovative domestic biological products. Results. It was found that treatment with biological products provided an increase in the assimilation surface area of maize hybrids. Maize hybrids (on average) showed the maximum assimilation surface area when treated with Biospectrum BT – 0.665 м² / plant. The greatest impact on the assimilation surface area was caused by the drug Biospectrum BT, which provided an increase compared to the untreated control by 0.028–0.067 м² / plant. On average, the drug Trichopsin BT also had a positive effect on the assimilation surface area (increase of 0.015–0.055 м² / plant). The biological preparation Fluorescein BT on average had a minimal effect on the assimilation surface area (increase

of 0.009–0.044 m² / plant). The assimilation surface area increased due to the reduction of damage by fungal diseases and pests, as well as under the influence of growth-promoting action of drugs.

Conclusions. The maximum value of photosynthetic potential – 3100 thousand m²*days – was obtained from the mid-late hybrid Arabat at a density of 90 thousand plants / ha and treatment with biological product Biospectrum BT. In the middle-late Chongar hybrid, the maximum indicator of photosynthetic potential was observed for the densities of 90 thousand plants / ha and treatment with the biological

product Biospectrum BT – 2924 thousand m² * days. The medium-ripe Kakhovsky hybrid showed the maximum indicator of photosynthetic potential – 2498 thousand m² * days – at the densities of 90 thousand plants / ha and treatment with the biological product Biospectrum BT. Early-maturing steppe hybrid showed the maximum value of photosynthetic potential at densities of 90 thousand plants / ha and treatment with biological product Biospectrum BT – 2090 thousand m²* days.

Key words: hybrids, mays, biological products, leaf area, photosynthetic potential, yield.