

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПІД ЧАС ВИРОЩУВАННЯ ЛІНІЙ-БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ РОСЛИН В УМОВАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

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

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України
ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік
Національної академії аграрних наук України
<https://orcid.org/0000-0001-9442-8793>

Інститут зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України
КИРПА М.Я. – доктор сільськогосподарських наук, професор
<https://orcid.org/0000-0002-6893-8180>

Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України

СТАСІВ О.Ф. – кандидат економічних наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0003-3737-739X>

Інститут сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Удосконалення сортових технологій і добір гібридів кукурудзи з певним рівнем адаптивності до агроекологічних зон та технологій є підґрунтям стабільності тренду зростання виробництва зерна в Україні [1–3]. Проте використання сучасних інноваційних адаптивних гібридів вимагає розроблення сортових технологій прискореного розмноження ліній-батьківських компонентів для забезпечення необхідної кількості насіння для ділянок гібридизації [4; 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки широкої популяризації та поширення в аграрному виробництві набуває напрям, спрямований на екологічність землеробства, що передбачає застосування екологічно безпечних засобів захисту рослин від шкідливих організмів та стимулювання росту і розвитку рослин біологічними препаратами [6; 7]. Біологічний метод захисту рослин (biological control or biocontrol) у його вузькому класичному розумінні є методом боротьби зі шкідниками, бур'янами і хворобами рослин із використанням природних ворогів. Він ґрунтується на природних механізмах («хижак – жертва», «паразит – господар») й активному втручанні людини в процес регуляції та пригнічення шкідників і патогенних організмів [8; 9].

Вивчення впливу біопрепаратів із рідрегулюючими властивостями є перспективним та актуальним, особливо в умовах змін клімату. Аналіз літературних даних указує на те, що застосування біопрепаратів із захисними та рідстимулюючими функціями сприяє реалізації закладених в організмі потенційних можливостей, у тому числі певних імунних реакцій, підвищує продуктивність рослин та сприяє реалізації генотипових задатків сортів та гібридів. Питанню широкого використання біопрепаратів у землеробстві приділяють значну увагу в більшості економічно розвинених країн: Франції, Великій Британії, Німеччині, Швейцарії, США [10].

Поруч із біологічними методами захисту рослин великого значення набувають й агротехнічні засоби впливу на продуктивність гібридів та ліній-батьківських компонентів, тому першочерговим завданням адап-

тивної технології вирощування кукурудзи є поєднання селекційних розробок, заходів захисту рослин та агротехнічних прийомів [11].

Важливим елементом технології вирощування ліній та гібридів кукурудзи в умовах Південного Степу є густина стояння рослин. Фактор «густина ценозу» особливо важливий в умовах природного зволоження, за різних режимів зрошення та способів поливу і має специфічний вплив на генотипові особливості гібриду кукурудзи (батьківської лінії) та групу ФАО [12].

Густина рослин кукурудзи в посіві має суттєвий вплив на фотосинтетичні та біометричні показники, що опосередковано впливають на врожайність зерна та насіння гібридів і ліній кукурудзи [13–15].

Мета статті. Удосконалення існуючої технології вирощування ліній-батьківських компонентів інноваційних гібридів кукурудзи на зрошуваних землях шляхом визначення впливу нових біопрепаратів за різної густоти рослин на врожайність насіння та економічну ефективність за умов зрошення в Південному Степу. Мета досягається за рахунок підбору та науково обґрунтування найбільш ефективних препаратів для відповідних груп стиглості батьківських компонентів за краплинного зрошення, що дасть змогу підвищити рівень урожайності батьківських компонентів кукурудзи за рахунок використання екологічно безпечних біопрепаратів та визначення оптимальної щільності ценозу.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися у 2019–2020 рр. на дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН згідно з ПНД 10 НААН за завданням 10.00.04.09.П «Визначити вплив біопрепаратів на продуктивність інноваційних гібридів кукурудзи інтенсивного типу та їхніх батьківських форм в умовах краплинного зрошення».

Фактор А – різні за групами стиглості батьківські лінії ДК445, ДК411, ДК281, ДК247, що входять до родоводу гібридів Степовий, Скадовський, Азов, Арабат, Чонгар, Віра, Олешківський, Гілея та інших гібридів селекції Інституту зрошувального землероб-

ства НААН та ДУ «Інститут зернових культур НААН». Фактор В – густина рослин батьківських форм – 70, 80, 90 тис рослин/га. Фактор С – обробка батьківських компонентів кукурудзи інноваційними вітчизняними біопрепаратами Флуоресцин БТ, Трихопсин БТ, Біоспектр БТ. Біопрепаратами обробляли насіння перед сівбою та рослини в процесі вегетації згідно з рекомендаціями Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН (м. Одеса) [16].

Характеристика біопрепаратів: Трихопсин БТ. Мікробіологічний препарат інсекто-фунгіцидної та рістстимулювальної дії. Діючою основою препарату є міцелій, спори гриба з 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.

Флуорисцин 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, цитокініни.

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 з роду фена-

зин-карбонових, комплекс активних пігментів, які є діючими факторами в препараті.

Агротехніка вирощування загальноприйнята для умов зрошення і відповідає вимогам технологій виробництва кукурудзи для агроєкологічних умов степової зони України. У період вегетації проводилися фенологічні спостереження та біометричні обліки згідно з відповідними методиками.

Досліди проводили в умовах зрошення. Основним критерієм планування режиму зрошення був рівень передпольної вологості ґрунту (РПВГ). Біологічно оптимальним режимом зрошення кукурудзи вважається такий режим, за якого на всіх етапах органогенезу РПВГ підтримується на рівні 80% НВ, котрий і було застосовано в досліді. Методика досліджень загальноприйнята для умов зрошення та селекційних досліджень з кукурудзою [17].

Результати досліджень. Досліджувані біопрепарати проявили позитивний вплив на підвищення стійкості ліній-батьківських компонентів до грибних хвороб та шкідників, про що було повідомлено в попередніх публікаціях [18].

Окрім фунгіцидної та інсектицидної дії, ці препарати показали й рістстимулюючу ефективність. Стимуляція ростових процесів проявилася передусім на фотосинтетичних показниках (табл. 1).

Таблиця 1 – Динаміка наростання площі асиміляційної поверхні однієї рослини батьківських форм кукурудзи ФАО 190–290

Лінія (фактор А)	Густина тис шт./га (фактор В)	Обробіток біопрепаратами (фактор С)	Площа асиміляційної поверхні за фазами розвитку, м ² /рослину		
			12–13 листків	цвітіння качанів	фізіологічна стиглість зерна
ДК 281	70	Без обробки	0,203	0,289	0,265
		Флуоресцин БТ	0,207	0,322	0,281
		Трихопсин БТ	0,200	0,315	0,274
		Біоспектр БТ	0,200	0,313	0,271
	80	Без обробки	0,205	0,239	0,228
		Флуоресцин БТ	0,239	0,271	0,233
		Трихопсин БТ	0,234	0,290	0,259
		Біоспектр БТ	0,232	0,259	0,257
	90	Без обробки	0,202	0,264	0,230
		Флуоресцин БТ	0,207	0,289	0,265
		Трихопсин БТ	0,210	0,283	0,259
		Біоспектр БТ	0,212	0,281	0,257
ДК 247	70	Без обробки	0,244	0,378	0,358
		Флуоресцин БТ	0,256	0,406	0,371
		Трихопсин БТ	0,249	0,394	0,365
		Біоспектр БТ	0,246	0,392	0,361
	80	Без обробки	0,245	0,352	0,339
		Флуоресцин БТ	0,263	0,388	0,381
		Трихопсин БТ	0,257	0,363	0,384
		Біоспектр БТ	0,251	0,365	0,372
	90	Без обробки	0,250	0,265	0,349
		Флуоресцин БТ	0,268	0,283	0,362
		Трихопсин БТ	0,259	0,275	0,356
		Біоспектр БТ	0,257	0,280	0,361
НІР ₀₅ , см для факторів:	А		0,043	0,052	0,024
	В		0,081	0,21	0,029
	С		0,079	0,080	0,025

Найбільш істотний вплив біопрепаратів на площу листової поверхні у скоростиглих ліній спостерігався у фазу цвітіння качанів. Серед біопрепаратів найбільш ефективним був Флуоресцин БТ. Площа листової поверхні у лінії ДК281 збільшувалась на 4,0–11,4%. Окрім впливу ростових регуляторів на площу листової поверхні, спостерігався значний вплив також щільності ценозу та генотипових особливостей ліній. Генотипові особливостей ліній, перш за все, пов'язані з групою стиглості батьківських ліній. Площа листової поверхні істотно збільшувалася зі зростанням групи ФАО. Так, у середньоранньої лінії ДК247 площа листової поверхні у фазу цвітіння сягала 0,290–0,406 м² на рослину.

У середньопізньої лінії ДК411 та середньопізньої ДК445 також максимальні значення площі листової поверхні рослини на всіх варіантах досліді спостерігали у фазу цвітіння качанів. Найбільшим цей показник був за густотою 70 тис шт./га у середньопізньої лінії ДК445 за використання препарату Флуоресцин БТ та становив 0,419 м²/рослину (табл. 2).

За обробітку препаратом Флуоресцин БТ усі лінії-батьківські компоненти гібридів кукурудзи мали найвищі показники площі листової поверхні рослин. У наступні фази розвитку рослин культури відбувалося незначне зменшення даного показника.

Дисперсійна обробка показників площі листової поверхні у фазу цвітіння качанів дала змогу встановити частку впливу досліджуваних факторів на формування асиміляційної листової поверхні (рис. 1).

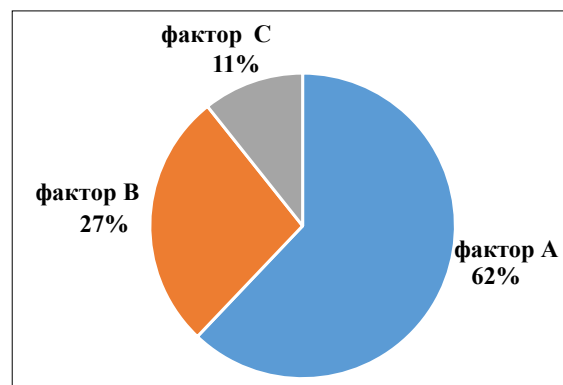


Рис. 1. Частка впливу факторів досліді на формування асиміляційної поверхні однієї рослини батьківських форм (ліній кукурудзи), %

Установлено, що найбільший вплив площі листків рослин ліній кукурудзи мала батьківська форма, частка її впливу становила 62,1%. Густота рослин та обробіток

Таблиця 2 – Динаміка наростання площі асиміляційної поверхні однієї рослини батьківських форм кукурудзи ФАО 390–430

Лінія (фактор А)	Густота тис шт./га (фактор В)	Обробіток біопрепаратами (фактор С)	Площа асиміляційної поверхні за фазами розвитку, м ² /рослину		
			12-13 листків	цвітіння качанів	фізіологічна стиглість зерна
ДК 411	70	Без обробки	0,245	0,397	0,368
		Флуоресцин БТ	0,273	0,418	0,401
		Трихопсин БТ	0,263	0,413	0,394
		Біоспектр БТ	0,261	0,411	0,392
	80	Без обробки	0,243	0,391	0,366
		Флуоресцин БТ	0,268	0,417	0,400
		Трихопсин БТ	0,262	0,411	0,391
		Біоспектр БТ	0,261	0,410	0,988
	90	Без обробки	0,242	0,395	0,363
		Флуоресцин БТ	0,259	0,415	0,397
		Трихопсин БТ	0,256	0,410	0,389
		Біоспектр БТ	0,254	0,409	0,385
ДК 445	70	Без обробки	0,250	0,404	0,374
		Флуоресцин БТ	0,269	0,419	0,403
		Трихопсин БТ	0,268	0,417	0,401
		Біоспектр БТ	0,261	0,416	0,400
	80	Без обробки	0,249	0,397	0,373
		Флуоресцин БТ	0,263	0,413	0,402
		Трихопсин БТ	0,262	0,411	0,399
		Біоспектр БТ	0,261	0,410	0,398
	90	Без обробки	0,247	0,396	0,372
		Флуоресцин БТ	0,257	0,407	0,399
		Трихопсин БТ	0,256	0,404	0,396
		Біоспектр БТ	0,255	0,401	0,395
НІР ₀₅ , см для факторів:		А	0,084	0,074	0,028
		В	0,093	0,023	0,033
		С	0,082	0,086	0,021

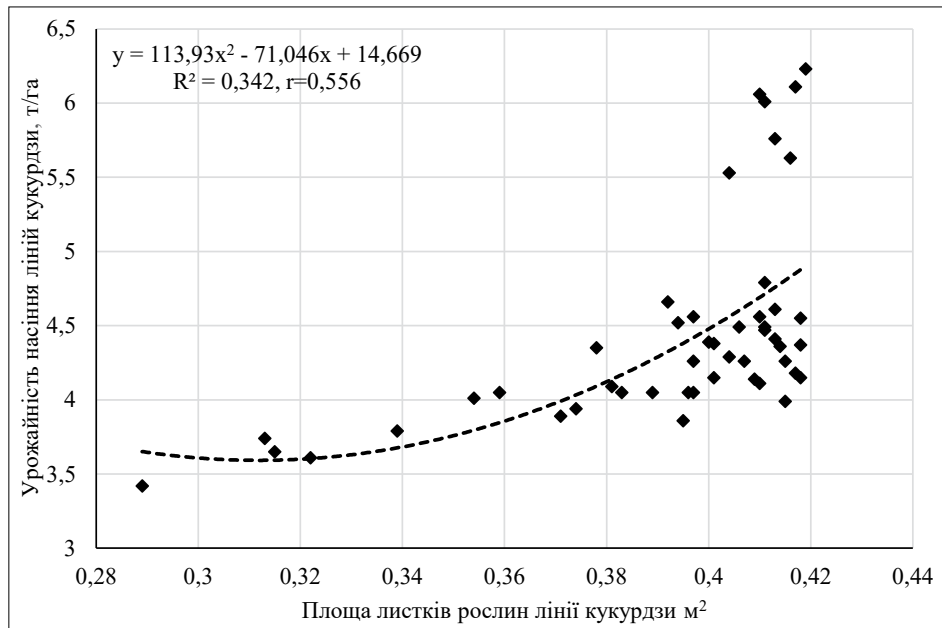


Рис. 2. Поліноміальна лінія тренду залежності площі листків рослин лінії кукурудзи та урожайності насіння

Таблиця 3 – Економічна ефективність вирощування батьківських форм гібридів кукурудзи FAO 190–290 залежно від густоти та обробки препаратами (2019–2020 рр.)

Лінія (фактор А)	Густина тис шт./га (фактор В)	Обробіток біопрепаратами (фактор С)	Середня урожайність, т/га	Вартість валової продукції, тис грн/га	Собівартість продукції, тис грн/т	Витрати, /тис грн/га	Умовно чистий прибуток, тис грн/га	Рентабельність, %
ДК 281	70	Контроль (без обр.)	3,42	99,2	31,67	40,22	59,0	147
		Флуоресцин БТ	3,61	104,7	30,07	40,50	64,2	158
		Трихоспін БТ	3,65	105,9	29,8	40,65	65,2	160
		Біоспектр БТ	3,74	108,5	29,05	40,71	67,8	166
	80	Контроль (без обр.)	3,79	109,9	28,58	40,22	69,7	173
		Флуоресцин БТ	3,89	112,8	27,91	40,53	72,3	178
		Трихоспін БТ	4,01	116,3	27,13	40,55	75,7	187
		Біоспектр БТ	4,05	117,5	26,82	40,59	76,9	189
	90	Контроль (без обр.)	3,94	114,3	27,49	40,22	74,0	184
		Флуоресцин БТ	4,05	117,5	26,81	40,51	76,9	190
		Трихоспін БТ	4,05	117,5	26,86	40,65	76,8	189
		Біоспектр БТ	4,09	118,6	26,56	40,72	77,9	191
ДК 247	70	Контроль (без обр.)	4,35	126,2	24,9	40,22	85,9	214
		Флуоресцин БТ	4,49	130,2	24,18	40,53	89,7	221
		Трихоспін БТ	4,52	131,1	24,07	40,55	90,5	223
		Біоспектр БТ	4,66	135,1	23,31	40,77	94,4	231
	80	Контроль (без обр.)	4,39	127,3	24,67	40,22	87,1	217
		Флуоресцин БТ	4,55	132,0	23,86	40,53	91,4	226
		Трихоспін БТ	4,61	133,7	23,6	40,74	93,0	228
		Біоспектр БТ	4,79	138,9	22,68	40,77	98,1	241
	90	Контроль (без обр.)	4,15	120,4	26,1	40,22	80,1	199
		Флуоресцин БТ	4,15	120,4	26,16	40,55	79,8	197
		Трихоспін БТ	4,26	123,5	25,54	40,74	82,8	203
		Біоспектр БТ	4,36	126,4	24,92	40,77	85,7	210
		НІР ₀₅ для фактора А	0,19					
		НІР ₀₅ для фактора В	0,15					
		НІР ₀₅ для фактора С	0,13					

Таблиця 4 – Економічна ефективність вирощування батьківських форм гібридів кукурудзи
 ФАО 390–430 залежно від густоти та обробки препаратами (2019–2020 рр.)

Лінія (фактор А)	Густота тис. шт/га (фактор В)	Обробіток біопрепаратами (фактор С)	Середня уро- жайність, т/га	Вартість валової продукції, тис грн/га	Собівартість продукції, тис грн/т	Витрати, тис грн/га	Умовно чистий прибу- ток, тис грн/га	Рентабель- ність, %
ДК 411	70	Контроль (без обр.)	4,26	123,5	25,42	40,22	83,3	207
		Флуоресцин БТ	4,37	126,7	24,84	40,55	86,2	213
		Трихопсин БТ	4,41	127,9	24,67	40,74	87,2	214
		Біоспектр БТ	4,47	129,6	24,3	40,77	88,9	218
	80	Контроль (без обр.)	4,05	117,5	26,74	40,22	77,2	192
		Флуоресцин БТ	4,18	121,2	25,97	40,55	80,7	199
		Трихопсин БТ	4,49	130,2	24,23	40,74	89,5	220
		Біоспектр БТ	4,56	132,2	23,82	40,77	91,5	224
	90	Контроль (без обр.)	3,86	111,9	28,06	40,22	71,7	178
		Флуоресцин БТ	3,99	115,7	27,21	40,55	75,2	185
		Трихопсин БТ	4,11	119,2	26,47	40,74	78,5	193
		Біоспектр БТ	4,14	120,1	26,24	40,77	79,3	194
ДК 445	70	Контроль (без обр.)	5,53	160,4	19,58	40,74	119,6	294
		Флуоресцин БТ	6,23	180,7	17,44	41,05	139,6	340
		Трихопсин БТ	6,11	177,2	17,8	41,38	135,8	328
		Біоспектр БТ	5,63	163,3	19,28	41,29	122,0	295
	80	Контроль (без обр.)	4,56	132,2	23,75	40,74	91,5	225
		Флуоресцин БТ	5,76	167,0	22,81	41,03	126,0	307
		Трихопсин БТ	6,01	174,3	18,1	41,38	132,9	321
		Біоспектр БТ	6,06	175,7	17,93	41,29	134,5	326
	90	Контроль (без обр.)	4,05	117,5	26,74	40,74	76,7	188
		Флуоресцин БТ	4,26	123,5	25,49	41,05	82,5	201
		Трихопсин БТ	4,29	124,4	25,36	41,38	83,0	201
		Біоспектр БТ	4,38	127,0	24,8	41,29	85,7	208
		НІР ₀₅ для фактора А	0,21					
		НІР ₀₅ для фактора В	0,18					
		НІР ₀₅ для фактора С	0,16					

препаратами менше впливали на формування площі листової поверхні, частка їхнього впливу становила відповідно 10,7% та 27,2%.

Розрахунки залежності площі листової поверхні рослин батьківських ліній гібридів кукурудзи показали високий рівень залежності врожайності насіння та площі листової поверхні. Коефіцієнт кореляції становив 0,556 (рис. 2).

Основним важелем впливу на врожайність насіння були генотипові особливості ліній, група стиглості та біопрепарати. Підвищення густоти рослин мало зворотний вплив на площу листків, що спостерігали в табл. 1, 2.

Проте врожайність, економічні показники вирощування батьківських ліній не були в прямолінійній залежності від густоти рослин. Максимальна врожайність насіння кожної лінії обмежувалася певною щільністю ценозу (табл. 3). Так, скоростигла лінія ДК281 показала максимальну врожайність насіння за густоти рослин 90 тис/га (4,09 т/га). І хоча за такої густоти відзначалося зменшення площі листків рослини порівняно з густотою 70 тис/га, усе ж урожайність насіння підвищувалася зі зменшенням площі листків однієї рослини.

Тому площа листків однієї рослини в межах різної щільності ценозу не може бути показником оптимізації технології вирощування ліній-батьківських компонентів гібридів. Площа листків рослини може бути індикатором дії певного елемента технології (у нашому разі біопрепаратів) за конкретної густоти рослин та конкретної лінії.

Скоростигла лінія ДК281 показала найвищий рівень рентабельності (191%) та найбільший умовно чистий прибуток (77,9 тис грн/га) за густоти рослин 90 тис/га та обробки препаратом Біоспектр БТ.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у середньоранньої лінії ДК 247 були за густоти рослин 80 тис/га та обробки Біоспектром БТ – 98,1 тис грн/га та 241% відповідно.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК411 були за густоти рослин 80 тис/га та обробки Біоспектром БТ – 91,5 тис грн/га та 224% відповідно (табл. 4).

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК445 (ФАО 430) був за густоти рослин 70 тис/га та обробки Біоспектром БТ – 135,8 тис грн/га та 328% відповідно.

Висновки. Біопрепарати Флуоресцин БТ, Трихопсин БТ, Біоспектр БТ на посівах ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи спричиняють рістрегулюючу дію. Під дією препаратів збільшувалася площа листової поверхні ліній кукурудзи. Площа листової поверхні рослин ліній зменшувалася зі збільшенням густоти рослин. На площу листової поверхні рослин ліній кукурудзи найбільший вплив здійснював генотип батьківської форми, частка його впливу становила 62,1%. Густота рослин та обробіток препаратами менше впливали на формування площі листової поверхні, частка їхнього впливу становила відповідно 10,7% та 27,2%.

Площа листової поверхні рослин батьківських ліній гібридів кукурудзи показала високий рівень залежності врожайності насіння та площі листової поверхні ($r=0,556$), що пов'язано з групою стиглості ліній та дією біопрепаратів.

Урожайність, економічні показники вирощування батьківських ліній не були в прямолінійній залежності від густоти рослин. Максимальна врожайність насіння кожної лінії обмежувалася певною щільністю ценозу.

Скоростигла лінія ДК281 (ФАО 190) показала найвищий рівень рентабельності (191%) та найбільший умовно чистий прибуток (77,9 тис грн/га) за густоти рослин 90 тис/га та обробки препаратом Біоспектр БТ.

Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК445 (ФАО 430) був за густоти рослин 70 тис/га та обробки Біоспектром БТ – 135,8 тис грн/га та 328% відповідно.

Для кожної лінії-батьківського компонента гібриду необхідна індивідуальна технологія вирощування, що передбачає певну густоту рослин та застосування засобів захисту рослин із рістрегулюючою дією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату / Я.М. Гадзало та ін. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. 73. С. 21–26. URL: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.13>.
- Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations / R.A. Vozhegova et al. *Journal of Water and Land Development*. Polish Academy of Sciences (PAN) in Warsaw. 2018. № 39(X–XII). P. 147–152. URL: <http://www.degruyter.com/view/j/jwld> DOI: 10.2478/jwld-2018-0070.
- Черчель В.Ю., Шевченко М.С. Агроресурси і наукове моделювання виробництва 100 мільйонів тонн зерна. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 1. С. 53–63. URL: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0106>.
- Кирпа М.Я. Методологія визначення якості насіння зернових культур. *Бюлетень Інституту сільськогосподарської степової зони НААН*. 2016. № 10. С. 20–25.
- Кирпа М.Я., Ковальов Д.В. Особливості проростання насіння гібридів кукурудзи залежно від його крупності. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 1. С. 46–52. URL: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0105>.
- Крутякова В.І. Біометод – основа сталого розвитку вітчизняного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 10. С. 5–14. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009-01>.
- Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях / В.В. Волкогон та ін. Київ : НААН. 248 с.
- Крутякова В.І., Таргоня В.С. Багаторівнева система сертифікації органічних виробництв сільськогосподарської продукції. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи. *Інформаційний бюлетень Східно-палеарктичної регіональної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами*. 2018. № 53. С. 185–191.
- From the Lab to the Farm: An Industrial Perspective of Plant Beneficial Microorganisms / J.J. Parnell et al. *Front Plant Sci*. 2016. V. 7. P. 1110. DOI: 10.3389/fpls.2016.01110.
- Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new / J.C. Van Lenteren et al. *BioControl*. 2018. V. 63. P. 39–59. DOI: 10.1007/s10526-017-9801-4.
- Marchenko T.Yu. Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century : collective monograph*. Lviv-Torun : Liha-Pres, 2019. P. 137–153. URL: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152>.
- Белов Я.В. Напрями оптимізації технологій вирощування насіння кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. № 4. С. 74–81. DOI.org: 10.31521/2313-092X/2018-4(100)-11.
- Вожегова Р.А., 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. URL: <http://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209239>.
- Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю. Продуктивність ліній – батьківських компонентів гібридів кукурудзи залежно від способів поливу та густоти рослин у Південному Степу. *Вісник аграрної науки. Генетика, селекція, біотехнологія*. 2020. № 2(803). С. 58–63. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-11S>.
- Черчель В.Ю., Марочко В.А., Таганцова М.М. Обґрунтування індексу співвідношення висоти прикріплення верхнього качана до висоти рослини гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 2(23). С. 37–39. URL: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.2\(23\).2014.56127](https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127).
- Рекомендації Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН (м. Одеса). URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk> (дата звернення: 12.03.2019).
- Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р.А. Вожегова та ін. Херсон : Грін Д.С., 2014. 286 с.
- Продуктивність та стійкість до уражень біотичними чинниками ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи за використання біопрепаратів в умовах зрошення / Т.Ю. Марченко та ін. *Селекція і насінництво*. 2020. № 118. С.130–139. URL: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.222395>.

REFERENCES:

- Gadzalo, Y.M., Vozhegova, R.A., Kokovikhin, S.V., Bilyaeva, I.M., & Drobitko, A.V. (2020). *Naukove*

- obgruntuvannya tekhnolohiy vyroshchuvannya kukurudzy na zroshuvanykh zemlyakh iz urakhuvannyam hidrotermichnykh chynnykiv i zmin klimatu. [Scientific substantiation of technologies of corn cultivation on irrigated lands taking into account hydrothermal factors and climate change]. *Zroshuvane zemlerobstvo. Zbirnyk naukovykh prats – Irrigated agriculture. Collection of scientific works.* 73. 21–26. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.13> [in Ukrainian].
2. Vozhehova, R.A., Kokovikhin, S.V., Lykhovyd, P.V., Biliaeva, I.M., Drobitko, A.V., & Nesterchuk, V.V. (2018). Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of Water and Land Development*. Polish Academy of Sciences (PAN) in Warsaw. 39 (X–XII). 147–152. <http://www.degruyter.com/view/j/jwld> DOI: 10.2478/jwld-2018-0070 [in English].
 3. Cherchel, V.Yu., & Shevchenko, M.S. (2020). Ahroresursy i naukovye modelyuvannya vyrobnytstva 100 milyoniv tonn zerna. [Agricultural resources and scientific modeling of production of 100 million tons of grain]. *Zernovi kultury – Grain crops.* 4(1). 53–63. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0106> [in Ukrainian].
 4. Kyrpa, M. Ya. (2016). Metodolohiya vyznachennya yakosti nasinnya zernovykh kultur [Methodology for determining the quality of seeds of cereals]. *Byul. In-tu s.-h. hosp. stepovoyi zony NAAN – Bulletin of Institutes grain crops of. steppe zone of NAAS.* Dnepropetrovsk. 10. 20–25 [in Ukrainian].
 5. Kyrpa, M. Ya., & Kovalev, D.V. (2020). Osoblyvosti prorostannya nasinnya hibrydiv kukurudzy zalezho vid yoho krupnosti. [Features of germination of seeds of hybrids of corn depending on its size]. *Zernovi kultury – Grain crops.* 4(1). 46–52. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0105> [in Ukrainian].
 6. Krutyakova, V.I. (2020). Biometod – osnova staloho rozvytku vitchyzyanoho zemlerobstva. [Biometod – the basis of sustainable development of domestic agriculture]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science.* 10. 5–14. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202009-01> [in Ukrainian].
 7. Volkogon, V.V., Zarishnyak, A.S., & Pilipenko, L.A. (2018). Mikrobni preparaty v suchasnykh ahrarykh tekhnolohiyakh. [Microbial preparations in modern agricultural technologies]. Kyiv: NAAS. 248. [in Ukrainian].
 8. Krutyakova, V.I., & Targonya, V.S. (2018). Bahatorivneva systema sertyfikatsiyi orhanichnykh vyrobnytstv silskohospodarskoyi produktsiyi [Multilevel system of certification of organic agricultural production]. *Biologichnyy metod zakhystu roslyn: dosyahnennya i perspektyvy. Informatsiynny byuleten' Skhidno-palearktychnoyi rehionalnoyi sektsiyi Mizhnarodnoyi orhanizatsiyi z biologichnoyi borot'by zi shkidlyvymy orhanizmamy – Biological method of plant protection: achievements and prospects.* *Newsletter of the East Palearctic Regional Section of the International Organization for Biological Pest Control.* 53. 185–181. [in Ukrainian].
 9. Parnell, J.J., Berka, R., & Young, H.A. (2016). From the Lab to the Farm: An Industrial Perspective of Plant Beneficial Microorganisms. *Front Plant Sci.* 7. 1110. DOI: 10.3389/fpls.2016.01110 [in English].
 10. Van Lenteren, J.C., Bolckmans, K., & Köh, J. (2018). *Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new.* *BioControl.* 63. 39–59. DOI: 10.1007/s10526-017-9801-4 [in English].
 11. Marchenko T. Yu. (2019). Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph Lviv-Torun: Liha-Pres, 137–153.* DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152> [in English].
 12. Belov, Ya.V. (2018). Napryamy optymizatsiyi tekhnolohiy vyroshchuvannya nasinnya kukurudzy za umov zmin klimatu. [Directions for optimizing technologies for growing corn seeds under climate change]. *Visnyk ahraryoi nauky Prychornomor'ya – Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Coast.* 4. 74–81. doi.org:10.31521/2313-092X/4(100)11 [in Ukrainian].
 13. Vozhehova, R.A., & Khomenko, T.M. (2020). Features of formation of photosynthetic potential and seed yield of parent components of corn in the conditions of irrigation and application of growth stimulator. *Plant Varieties Studying and protection.* 16(2). 191–198. DOI: <http://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209239> [in English].
 14. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Y.O., & Marchenko, T.Yu. (2020). Produktivnist liniy – batkivskykh komponentiv hibrydiv kukurudzy zalezho vid sposobiv polyvu ta hustoty roslyn u Pivdennomu Stepu [Productivity of lines - parent components of maize hybrids depending on watering methods and plant density in the Southern Steppe]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science. Genetics, selection, biotechnology.* 2(803). 58–63. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-11S> [in Ukrainian].
 15. Cherchel, V.Yu., Marochko, V.A., & Tagantsova, M.M. (2014). Obhruntuvannya indeksu spivvidnoshennya vysoty prykriplennya verkhn'oho kachana do vysoty roslyny hibrydiv kukurudzy (*Zea mays* L.). [Substantiation of the index of the ratio of the height of attachment of the upper cob to the height of the plant hybrids of corn (*Zea mays* L.)]. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2(23). 37–39. DOI: [https://doi.org/10.21498/2518-1017.2\(23\).2014.56127](https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127) [in Ukrainian].
 16. Rekomendatsiyi Inzhenerno-tekhnolohichnoho instytutu "Biotekhnika" NAAN (m.Odesa) [Recommendations of the Engineering and Technological Institute "Biotechnology" NAAS (Odessa)]. <https://biotekhnika.od.ua/uk> (accessed March 12, 2019)
 17. Vozhehova, R.A., & Malyarchuk, M.P. (2014). Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemlyakh. [Methods of field and laboratory research on irrigated lands]. Kherson : Grin DS. 286 p.
 18. Marchenko, T.Yu., Lavrynenko, Y.O., Kirpa, M.Ya., & Stasiv, O.F. (2020). Produktivnist ta stiykist do urazhen biotychnykh chynnykamy liniy batkivskykh komponentiv hibrydiv kukurudzy za vykorystannya biopreparativ v umovakh zroshennya. [Productivity and resistance to damage by biotic factors of parental components of maize hybrids with the use of biological products under irrigation]. *Selektsiya i nasinnystvo – Breeding and seed production.* 118. 130–139. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.222395>.

Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О., Кирпа М.Я., Стасів О.Ф. Ефективність застосування біопрепаратів під час вирощування ліній-батьківських компонентів гібридів кукурудзи за різної густоти рослин в умовах краплинного зрошення

Мета. Удосконалення технології вирощування ліній-батьківських компонентів інноваційних гібридів кукурудзи на зрошуваних землях шляхом визначення впливу нових біопрепаратів за різної густоти рослин на врожайність насіння та економічну ефективність за умов зрошення в Південному Степу; встановлення впливу різних умов проморожування на якість насіння гібридів кукурудзи залежно від їх збиральної вологості і способів сушіння. **Методи.** Польові – з обліку врожайності, лабораторні – з визначення показників якості насіння; біометричні – з визначення особливостей росту і розвитку рослин батьківських ліній гібридів кукурудзи; статистичні – з встановлення достовірності отриманих результатів. **Результати.** Встановлено, що найбільший вплив площі листків рослин ліній кукурудзи мала батьківська форма, частка її впливу становила 62,1%. Густота рослин та обробки препаратами менше впливали на формування площі листової поверхні, частка їхнього впливу становила відповідно 10,7% та 27,2%. За обробки препаратом Флуоресцин БТ усі лінії-батьківські компоненти гібридів кукурудзи мали найвищі показники площі листової поверхні рослин. У наступні фази розвитку рослин культури відбувалося незначне зменшення даного показника, тому площа листків однієї рослини в межах різної щільності ценозу не може бути показником оптимізації технології вирощування ліній-батьківських компонентів гібридів. Площа листків рослини може бути індикатором дії певного елемента технології (в нашому разі біопрепаратів) за конкретної густоти рослин та конкретної лінії. Площа листової поверхні рослин – батьківських ліній гібридів кукурудзи показала високий рівень залежності врожайності насіння та площі листової поверхні. Коефіцієнт кореляції становив 0,556. Скоростигла лінія ДК281 показала найвищий рівень рентабельності (191%) та найбільший умовно чистий прибуток (77,9 тис грн/га) за густоти рослин 90 тис/га та обробки препаратом Біоспектр БТ. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у середньоранньої лінії ДК 247 були за густоти рослин 80 тис/га та обробки Біоспектром БТ – 98,1 тис грн/га та 241% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК 411 були за густоти рослин 80 тис/га та обробки Біоспектром БТ – 91,5 тис грн/га та 224% відповідно. Найбільший умовно чистий прибуток та рентабельність у лінії ДК 445 (FAO 430) був за густоти рослин 70 тис/га та обробки Біоспектром БТ – 135,8 тис грн/га та 328% відповідно. **Висновки.** Біопрепарати Флуоресцин БТ, Трихопсин БТ, Біоспектр БТ на посівах ліній-батьківських компонентах гібридів кукурудзи спричиняють рістрегулюючу дію. Під дією препаратів збільшувалася площа листової поверхні ліній кукурудзи. Площа листової поверхні рослин ліній зменшувалася зі збільшенням густоти рослин. Для кожної лінії-батьківського компонента гібриду необхідна індивідуальна технологія вирощування, що передбачає певну густоту рослин та застосування засобів захисту рослин із рістрегулюючою дією.

Ключові слова: кукурудза, лінії, батьківські компоненти, урожайність, насіння, біопрепарати.

Marchenko T.Yu., Lavrynenko Yu.O., Kyrpa M.Ya., Stasiv O.F. The effectiveness of biological products in the cultivation of parental components of maize hybrids at different plant densities under drip irrigation

Purpose. Improving the technology of growing parental lines of innovative maize hybrids on irrigated lands by determining the impact of new biological products at different plant densities on seed yield and economic efficiency under irrigation in the Southern Steppe. Establishing the influence of different freezing conditions on the seed quality of maize hybrids depending on their harvesting moisture and drying methods. **Methods.** Field on the account of productivity, laboratory on definition of indicators of quality of seeds; biometric to determine the peculiarities of growth and development of plants of the parental lines of maize hybrids; statistical to establish the reliability of the results.

Results. It was found that the greatest influence on the leaf area of corn line plants had the parental form, the share of its influence was (62.1%). Plant density and drug treatment had less effect on the formation of leaf surface area, the share of their impact was 10.7 and 27.2%, respectively. When treated with Fluorescein BT, all parent lines of maize hybrids had the highest leaf surface area of plants. In the following phases of development of plants of culture there was a slight decrease in this indicator. Therefore, the area of leaves of one plant within different densities of the coenosis can not be an indicator of optimization of technology for growing lines-parent components of hybrids. The area of plant leaves can be an indicator of the action of a certain element of technology (in our case, biological products) at a specific plant density and a specific line. The leaf surface area of plants of the parental lines of maize hybrids showed a high level of dependence of seed yield and leaf surface area. The correlation coefficient was 0.556. The early-maturing line DK281 showed the highest level of profitability (191%) and the highest conditionally net profit (77.9 thousand UAH/ha) for plant densities of 90 thousand/ha and treatment with Biospectrum BT. The largest conditionally net profit and profitability in the middle-early line DK247 were for plant densities of 80 thousand/ha and processing Biospectrum BT – 98.1 thousand UA/ha and 241%, respectively. The largest conditionally net profit and profitability in the line of DC 411 were for plant densities of 80 thousand/ha and processing Biospectrum BT - 91.5 thousand UAH/ha and 224%, respectively. The largest conditionally net profit and profitability in the line DK 445 (FAO 430) was at a plant density of 70 thousand / ha and processing Biospectrum BT - 135.8 thousand UAH/ha and 328%, respectively. **Conclusions.** Biopreparations Fluorescein BT, Trichopsin BT, Biospectrum BT on crops of parental components of maize hybrids cause growth regulatory action. Under the action of drugs, the leaf surface area of corn lines increased. The leaf area of plant lines decreased with increasing plant density. For each line-parent component of the hybrid requires individual cultivation technology, which provides a certain density of plants and the use of plant protection products with growth-regulating action.

Key words: corn, lines, parental components, yield, seeds, biological products.