

КНЯЗЮК О.В., канд. с.-г. наук

Вінницький державний педагогічний університет

ЛИПОВИЙ В.Г., канд. с.-г. наук

ПІДПАЛІЙ І.Ф., д-р с.-г. наук

Вінницький національний аграрний університет

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Технологічні прийоми вирощування, густина рослин та внесення мінеральних добрив впливали на показники фотосинтетичної продуктивності гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Підвищення густоти рослин з 100 до 120 тис./га та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{150}P_{90}K_{160}$ сприяло збільшенню площі листової поверхні гібридів кукурудзи, їх фотосинтетичного потенціалу, коефіцієнта використання ФАР та виходу сухої речовини.

Ключові слова: гібриди кукурудзи, фотосинтетична продуктивність, густина рослин, норми мінеральних добрив, вихід сухої речовини.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. Провідну роль у харчовому забезпеченні людства відіграють зернові злаки і значне місце в цьому займають пшениця, рис та кукурудза [1]. Їх поширення майже у всіх країнах світу пов'язане з високою екологічною пластичністю і здатністю рослин давати високі врожаї за різних кліматичних умов [9].

На перебіг продукційного процесу рослин впливає їх адаптивність до діючих чинників навколишнього середовища: інтенсивності світла, температури повітря, вологості ґрунту, мінерального живлення.

Для отримання високого врожаю сільськогосподарських культур необхідно оптимальне поєднання генетичного потенціалу продуктивності та сукупності дії ряду чинників, зокрема гідротермічних умов та технологічних прийомів [2,6].

Високий генетичний потенціал гібридів кукурудзи зумовлює інтенсивний ріст і розвиток рослин, формування біомаси конкретного генотипу [3]. Фізіологічною основою формування їх продуктивності є фотосинтез. Кукурудза має розвинений фотосинтетичний апарат, за допомогою якого здійснює накопичення органічної речовини із неорганічної [4,5].

Її рослина в онтогенезі функціонує як складна система, де забезпечується баланс між пагонами і коренями у використанні води, елементів живлення та обміном поживних речовин між ними. Інтенсивність фотосинтезу листків кукурудзи може регулюватись з боку споживаючих органів [4].

Головні складові високої врожайності – продуктивність окремої рослини та кількість рослин на одиниці площі.

Надмірне загущення призводить до посилення конкуренції між рослинами за світло, воду та живлення, в той же час у зрідженому посіві продуктивність окремої рослини може бути максимальною для даного генотипу, проте загальна врожайність може зменшуватись [3].

Мета досліджень. Встановити оптимальне кількісне розміщення рослин гібридів кукурудзи на площі, яке обумовлює необхідний світловий режим і фотосинтетичний потенціал посіву, а також має узгоджуватися із водним та мінеральним живленням, необхідним для забезпечення функціонування фотосинтетичного апарату певної потужності.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили у 2005–2006 рр. на дослідному полі Інституту кормів НААН. Ґрунти дослідної ділянки лісові, опідзолені.

Висівали гібриди кукурудзи різних груп стиглості; ранньостиглий – Харківський 199 МВ, середньоранній – Галера МВ і середньостиглий – Харківський 311 МВ. Густина рослин складала 100, 120, і 140 тис./га, при сівбі з міжряддям 45 см. Досліджували продуктивність гібридів кукурудзи залежно від наступних норм добрив: 1) без добрив; 2) $N_{120}K_{60}P_{130}$; 3) $N_{150}K_{90}P_{160}$.

Площа облікової ділянки – 25 м². Повторність у досліді – чотириразова. Розміщення варіантів систематичне в два яруси.

Технологія вирощування загальноприйнята для зони, крім досліджуваних факторів.

Протягом періоду вегетації рослин кукурудзи проводили фенологічні спостереження, динаміку наростання зеленої маси гібридів та її структуру:

- фенологічні спостереження проводили за «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур», «Методикою проведення досліджень по кормовиробництву», «Методичними рекомендаціями по проведенню дослідів з кукурудзою». Відмічали наступні фази: сходи, 6-8 листків, викидання волотей, цвітіння, молочну, молочно-воскову, воскову стиглість. За початок фази приймали при наявності її не менш ніж 10 %, за повну – 75 %;

- підрахунок густоти рослин проводили у фазі повних сходів і перед збиранням врожаю на постійно закріплених кілочками ділянках, у триразовій повторності, на двох несуміжних повтореннях;

- висоту рослин визначали шляхом заміру на закріплених кілочками 25 рослинах у триразовій повторності, на двох несуміжних повтореннях;

- оцінку фотосинтетичної діяльності проводили по наступних показниках: площу листової поверхні визначали аналітичним методом згідно з формулою $S = 0,75 \times a \times b$, чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) використовуючи методику А.А. Ничипоровича та ін. і формулу Кідда, Вестмана, Брігса («Методы биологического исследования растений»).

- вміст сухої речовини визначали в сушильній шафі за температури 105 °С до постійної ваги;

- для визначення структури урожаю кукурудзи перед збиранням розбирали 10 рослин (стебла, листя, качани і т.д.);

- облік урожаю проводили методом скошування і зважування зеленої маси з кожної ділянки;

- норми внесення добрив визначали балансово-розрахунковим методом на запланований урожай залежно від вмісту поживних речовин в ґрунті та коефіцієнтів використання їх з добрив та ґрунту.

Результати досліджень та їх обговорення. Розміри площі листової поверхні гібридів кукурудзи різних груп стиглості відрізнялися залежно від густоти рослин і норм добрив.

Листкова поверхня кукурудзи досягала максимальної величини у фазі молочної стиглості і становила в ранньостиглого гібрида Харківський 199 МВ – 24,0–49,4 тис.м²/га, середньораннього Галера МВ – 27,3–52,6 тис. м²/га, середньостиглого Харківський 311 МВ – 28,1–54,7 тис. м²/га (табл. 1).

Таблиця 1 – Динаміка наростання листової поверхні гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин і норм добрив, тис.м²/га.

Гібрид	Фази росту і розвитку рослин								
	6-8 листків			викидання волоті			молочна стиглість		
	Густота рослин, тис./га								
	100	120	140	100	120	140	100	120	140
	Норми добрив								
Без добрив									
Харківський 199 МВ	11,3±0,57	10,8±0,84	9,4±0,29	23,5±0,98	24,6±1,03	22,8±0,94	26,2±1,14	28,4±1,13	24,0±1,07
Галера МВ	10,1±0,74	12,4±0,87	12,9±0,93	21,3±0,79	22,4±0,95	20,7±0,84	28,5±1,18	29,8±1,21	28,1±1,15
Харківський 311 МВ	9,7±0,64	9,6±0,60	10,1±0,76	20,0±0,70	23,2±0,95	19,1±0,74	29,4±1,16	30,2±1,23	28,1±1,15
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₃₀									
Харківський 199 МВ	15,5±1,03	15,0±0,97	13,8±0,90	32,8±1,10	35,6±1,29	31,4±1,14	40,5±1,19	41,9±1,22	38,6±1,18
Галера МВ	13,9±0,86	15,0±0,91	16,1±0,72	34,6±1,09	36,0±1,20	33,5±1,12	42,6±1,49	44,8±1,62	44,3±1,40
Харківський 311 МВ	12,6±0,82	13,4±0,86	13,6±0,92	32,7±0,98	33,9±1,13	30,8±0,95	43,7±1,68	46,0±1,74	42,4±1,42
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₆₀									
Харківський 199 МВ	19,1±1,17	18,6±0,99	15,4±1,16	40,5±1,20	42,5±1,53	38,1±1,24	47,5±1,80	49,4±1,62	45,2±1,64
Галера МВ	16,5±0,89	18,9±1,02	19,6±1,15	42,1±1,49	40,7±1,26	40,5±1,20	49,3±1,32	52,6±2,21	46,9±2,16
Харківський 311 МВ	14,3±1,09	16,2±1,13	16,8±1,18	36,9±1,14	37,8±1,03	34,6±0,97	50,4±1,96	54,7±2,03	49,5±1,80

Технологічні прийоми вирощування впливали на величину листової поверхні кукурудзи. Підвищення густоти насаджень від 100 до 120 тис./га збільшувало площу листків на 5–10 %, а внесення мінеральних добрив – на 25–50 %. З наростанням листової поверхні рослин кукурудзи підвищувався коефіцієнт використання ФАР, який на початку вегетації у фазі 6–8 листків був незначний (0,18–0,55 %), а в кінці фази викидання волоті – 0,27–1,27 % (табл. 2).

Значний вплив на коефіцієнт використання ФАР мала густота рослин різностиглих гібридів кукурудзи. Так, коефіцієнт використання ФАР гібридами кукурудзи підвищувався із збільшенням густоти рослин із 100 до 120 тис./га на 0,06–0,24 %. Подальше загушення рослин (з 120 до 140 тис./га) мало тенденцію до зниження коефіцієнта використання ФАР на 0,18–0,39 %.

Максимальну величину коефіцієнт використання ФАР листовою поверхнею кукурудзи (1,26 %) складав у середньораннього гібрида Галера МВ у фазі молочної стиглості за густоти насаджень 120 тис./га і внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{150}P_{90}K_{160}$.

Таблиця 2 – Коефіцієнт використання ФАР посівами кукурудзи залежно від густоти рослин і норм добрив, %

Гібрид	Фази росту і розвитку рослин								
	6-8 листків			викидання волоті			молочна стиглість		
	Густота рослин, тис./га								
	100	120	140	100	120	140	100	120	140
Норми добрив									
Без добрив									
Харківський 199 МВ	0,31±0,025	0,33±0,022	0,26±0,019	0,87±0,137	0,99±0,127	0,70±0,013	0,63±0,126	0,57±0,043	0,40±0,025
Галера МВ	0,22±0,013	0,26±0,030	0,21±0,022	0,41±0,048	0,63±0,026	0,33±0,039	0,84±0,127	0,69±0,058	0,61±0,031
Харківський 311 МВ	0,18±0,021	0,20±0,011	0,18±0,011	0,34±0,046	0,49±0,044	0,27±0,090	0,78±0,067	0,75±0,062	0,43±0,032
$N_{120}P_{60}K_{130}$									
Харківський 199 МВ	0,43±0,010	0,56±0,060	0,36±0,090	1,07±0,103	1,13±0,120	0,86±0,097	0,91±0,101	0,97±0,107	0,79±0,082
Галера МВ	0,37±0,075	0,48±0,032	0,30±0,082	0,74±0,090	0,92±0,103	0,62±0,052	0,64±0,068	0,80±0,095	0,52±0,085
Харківський 311 МВ	0,30±0,047	0,51±0,047	0,23±0,020	0,48±0,079	0,69±0,086	0,30±0,067	0,98±0,115	1,09±0,117	0,74±0,099
$N_{150}P_{90}K_{160}$									
Харківський 199 МВ	0,55±0,103	0,70±0,093	0,49±0,074	1,19±0,123	1,27±0,125	1,03±0,098	1,08±1,109	1,19±0,118	0,89±0,095
Галера МВ	0,42±0,096	0,57±0,093	0,30±0,015	0,97±0,099	1,09±0,106	0,81±0,090	1,13±0,115	1,26±0,120	1,01±0,103
Харківський 311 МВ	0,24±0,025	0,34±0,041	0,21±0,019	0,66±0,081	0,90±0,103	0,54±0,072	0,95±0,103	1,12±0,115	0,89±0,097

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи збільшується упродовж вегетаційного періоду і досягає максимальних показників у фазі молочної стиглості у середньостиглого гібрида Харківський 311 МВ за густоти рослин 120 тис./га і норми мінеральних добрив $N_{150}P_{90}K_{160}$ – 4,42 млн м² дн./га (табл. 3).

Таблиця 3 – Фотосинтетичний потенціал посіву кукурудзи залежно від густоти рослин і норм добрив, млн м² дн./га

Гібрид	Фази росту і розвитку рослин								
	6-8 листків			викидання волоті			молочна стиглість		
	Густота рослин, тис./га								
	100	120	140	100	120	140	100	120	140
Норми добрив									
Без добрив									
Харківський 199 МВ	0,82±0,093	0,97±0,103	0,68±0,069	2,11±0,186	2,28±0,207	2,02±0,190	2,82±0,246	3,16±0,195	2,74±0,268
Галера МВ	0,60±0,069	0,82±0,092	0,52±0,080	2,27±0,199	2,40±0,223	2,10±0,196	3,03±0,297	3,37±0,205	2,95±0,279
Харківський 311 МВ	0,51±0,056	0,73±0,081	0,38±0,030	2,20±0,187	2,45±0,227	2,13±0,201	2,95±0,201	3,52±0,315	2,80±0,272
$N_{120}P_{60}K_{130}$									
Харківський 199 МВ	2,13±0,179	2,24±0,191	2,04±0,165	2,53±0,243	2,77±0,246	2,43±0,223	3,12±0,289	3,47±0,297	2,23±0,217
Галера МВ	2,16±0,183	2,26±0,196	2,12±0,195	2,69±0,267	2,77±0,296	2,43±0,244	3,50±0,327	3,85±0,351	3,28±0,348
Харківський 311 МВ	1,68±0,136	1,83±0,147	1,53±0,129	2,50±0,235	2,68±0,285	2,17±0,176	4,03±0,360	4,16±0,382	3,59±0,319
$N_{150}P_{90}K_{160}$									
Харківський 199 МВ	2,49±0,203	2,72±0,220	2,31±0,205	2,65±0,240	2,90±0,256	2,59±0,246	3,46±0,318	3,78±0,229	3,89±0,335
Галера МВ	2,20±0,203	2,72±0,220	2,31±0,205	2,65±0,240	2,90±0,265	2,59±0,246	3,46±0,318	3,78±0,229	3,19±0,335
Харківський 311 МВ	1,93±0,175	2,18±0,191	1,86±0,151	2,74±0,259	2,94±0,265	2,56±0,247	4,20±0,381	4,42±0,392	4,03±0,364

Інтенсивність використання ФАР посівами кукурудзи, максимальний фотосинтетичний потенціал при їх загущенні і внесенні добрив сприяє накопиченню енергії в сухій речовині рослин і збільшенню врожайності.

Для обліку накопичення сухої речовини одиницею площі листової поверхні кукурудзи використовується показник чистої продуктивності фотосинтезу, зміни якого упродовж росту і розвитку рослин мають певні закономірності.

Максимальне значення показника чистої продуктивності кукурудзи припадає на період найвищого накопичення біомаси і утворення площі асиміляційної поверхні у фазі викидання волоті.

У фазі молочно-воскової стиглості кукурудзи показник ЧПФ знижується з 4,42 до 3,7 г/м² на добу, що пов'язано із зменшенням площі листової поверхні порівняно з фазою викидання волоті, а також із поступовим зниженням тривалості світлового дня.

Променева енергія, як важливий енергетичний чинник, бере участь у формуванні органічної речовини і між величиною чистої продуктивності фотосинтезу та нагромадженням сухої речовини асиміляційними органами кукурудзи існує пряма залежність.

На початку вегетації кукурудзи (фаза 6-8 листків) найбільший вихід сухої речовини відмічено у ранньостиглого гібрида Харківський 199 МВ за густоти рослин 120 тис. га і норми добрив N₁₅₀P₉₀K₁₆₀ – 28,1 ц/га (табл. 4).

Таблиця 4 – Динаміка нагромадження сухої речовини кукурудзи залежно від густоти рослин і норм добрив, ц/га

Гібрид	Фази росту і розвитку рослин								
	6-8 листків			викидання волоті			молочна стиглість		
	Густота рослин, тис./га								
	100	120	140	100	120	140	" 1.00	120	140
Норми добрив									А
Без добрив									
Харківський 199 МВ	17,4±3,7	18,3±7,5	12,0±2,7	42,4±9,6	45,6±10,7	40,2±9,6	72,7±14,8	63,5± 10,6	59,6±14,2
Галера МВ	15,7±6,5	16,5±8,2	12,7±3,8	49,6±11,8	53,4±11,4	45,7±12,4	60,4±12,6	68,2±11,4	63,7±14,8
Харківський 311 МВ	14,7±6,1	15,9±3,6	11,4±4,2	52,8±10,9	60,1±12,6	49,6±13,4	60,6±15,5	68,1±12,7	62,8±7,6
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₃₀									
Харківський 199 МВ	21,8±5,6	23,5±7,9	20,4±6,4	50,7±11,5	55,4±12,1	47,6±11,5	59,5±14,5	69,7±18,6	51,8±12,4
Галера МВ	19,6±4,6	20,9±5,2	17,3±3,6	46,7±10,9	46,8±12,6	43,2± 11,6	66,1±16,3	74,4±17,7	60,5±13,8
Харківський 311 МВ	17,3±4,0	19,0±4,8	15,4±4,5	44,3±10,6	48,5±13,8	42,5±10,8	69,4±17,1	79,5±18,4	63,8±14,7
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₆₀									
Харківський 199 МВ	25,7±6,9	28,1±7,5	24,4±6,5	60,8±14,6	65,0±16,5	58,4±17,6	68,5±16,5	76,8±18,5	64,7±15,0
Галера МВ	31,2±5,6	24,5±6,9	20,9±5,8	56,5±14,2	58,5±14,9	54,8±14,4	72,4±18,7	81,5±29,4	70,0±16,2
Харківський 311 МВ	20,0±5,7	22,5±6,1	18,8±4,9	53,4±13,4	59,1±14,8	52,3±13,6	78,6±19,0	86,4±22,3	74,5±17,4

У фазі молочної стиглості середньоранній і середньостиглий гібриди кукурудзи за виходом сухої речовини випереджають ранньостиглий.

У міжфазний період викидання волоті-молочна стиглість вихід сухої речовини ранньостиглого гібрида кукурудзи збільшився в середньому на 8-28 ц/га. Максимальний вихід сухої речовини (86,4 ц/га) накопичено у фазі молочної стиглості за сівби середньостиглого гібрида кукурудзи Харківський 311 МВ за густоти рослин 120 тис./га і норми мінеральних добрив N₁₅₀P₉₀K₁₆₀.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Технологічні прийоми вирощування впливали на показники фотосинтетичної продуктивності гібридів кукурудзи. Підвищення густоти насаджень від 100 до 120 тис./га збільшувало площу їх листової поверхні на 5–10 %, а внесення мінеральних добрив – на 25–30 %.

Із збільшенням густоти рослин (з 100 до 120 тис./га) інтенсивність використання ФАР гібридами кукурудзи різних груп стиглості збільшувалася на 0,06–0,24 %. Подальше загущення рослин (з 120 до 140 тис./га) мало тенденцію до зниження коефіцієнта використання ФАР на 0,18–0,39 %.

Фотосинтетичний потенціал посівів гібридів кукурудзи складає максимальну величину (4,42 млн м дн./га) у фазі молочної стиглості у середньостиглого гібрида Харківський 311 МВ за густоти насаджень 120 тис./га і норми мінеральних добрив $N_{150}P_{90}K_{160}$.

Найбільший вихід сухої речовини (86,4 ц/га) накопичено у фазі молочної стиглості при застосуванні зазначених вище технологічних прийомів за сівби середньостиглого гібрида кукурудзи Харківський 311 МВ.

В подальшому науковий пошук спрямований на дослідження кореневої системи та біометричних показників різностиглих гібридів кукурудзи залежно від схеми розміщення на площі та норм живлення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Киризий Д.А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений /Д. А. Киризий. – К.: Логос, 2004. – 192 с.
2. Князюк О. В. Вплив гідротермічних умов на продуктивність гібридів кукурудзи у зв'язку із строками сівби / О.В. Князюк// Вісник БДАУ: зб. наук. праць. – Біла Церква, 2000. – Вип. 109. – С. 113–120.
3. Крамаров С. Урожайність і якість гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від рівня мінерального живлення в Північному Степу України /С. Крамаров// Вісник ЛНАУ. – Львів. – Агронімія. – №13. – 2009. – С. 36–39.
4. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений / Ф.М. Куперман. – М.: Высшая школа, 1984 – 239 с.
5. Нечипорович А. А. Некоторые принципы комплексной организации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений / А. А. Нечипорович // Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. – М.: Изд. АН СССР, 1970. – С. 6–22.
6. Підпалый І. Ф. Комбінований аналіз результатів польового досліді / І. Ф. Підпалый, Б. О. Рудницький, В. Г. Липовий// Зб. наукових праць ВНАУ. – Вінниця. – Вип. 6 (46), 2010. – С. 73–76.
7. Тюминг Х. Г. Методика измерения ФАР /Х. Г. Тюминг, Б. И. Гуляев. – М.: Наука, 1967.– 141 с.

Влияние технологических приемов выращивания на фотосинтетическую продуктивность гибридов кукурузы

О.В. Князюк, В.Г. Липовый, И.Ф. Підпалый

Технологические приемы выращивания, густота растений и внесение минеральных удобрений влияли на показатели фотосинтетической продуктивности разноспелых гибридов кукурузы. С повышением густоты растений с 100 до 120 тыс./га и внесением минеральных удобрений в норме $N_{150}P_{60}K_{160}$ увеличивалась площадь листовой поверхности гибридов кукурузы, их фотосинтетический потенциал, коэффициент использования ФАР и выход сухого вещества.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, фотосинтетическая продуктивность, густота растений, нормы минеральных удобрений, выход сухого вещества.

The influence of technological methods of cultivation on the photosynthetic productivity of maize hybrids

O. Knyazyuk, V. Lypovyi, I. Pidpalyi

Technological methods of cultivation, the density of plant and mineral fertilizer affect the performance of the photosynthetic productivity of maize hybrids. With increasing plant density from 100 to 120 thousand/ha and application of mineral fertilizers in normal $N_{150}P_{60}K_{160}$ increased leaf area of maize hybrids, their photosynthetic capacity utilization rate of FAS and the collection of dry matter.

Key words: maize hybrids, photosynthetic productivity, plant density, fertilizer rate, the collection of dry matter.