

УДК 631.53.01:633.15:631.811.98:631.67

Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від обробки мікродобривами за умов зрошення

Т. Ю. Марченко^{1*}, Ю. О. Лавриненко¹, І. В. Михаленко², Т. М. Хоменко³

¹Інститут зрошуваного землеробства НААН України, сел. Наддніпрянське, м. Херсон, 73483, Україна,
*e-mail: tmarchenko74@ukr.net

²ВДНЗ «Херсонський державний аграрний університет», вул. Стрітенська, 23, м. Херсон, 73000, Україна

³Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Визначити вияв біометричних ознак гібридів кукурудзи різних груп ФАО та з'ясувати їхній зв'язок з урожайністю зерна за вирощування в умовах краплинного зрошення у Південному Степу України. **Методи.** Польовий, лабораторний, математично-статистичний. **Результати.** Оброблення посівів кукурудзи мікродобривами позитивно впливало на висоту рослин гібридів за деякими фазами росту й розвитку. Найбільший вплив на ростові процеси спричиняв препарат Аватар-1, який забезпечив приріст висоти рослин, порівняно з необробленим контролем, на 1–7 см. Застосування мікродобрива Нутрімікс, загалом за варіантами досліджу, на ростові процеси впливало мінімально (приріст за фазами росту й розвитку культури 1–3 см). Серед досліджуваних генотипів кукурудзи найвищими рослини впродовж усієї вегетації були в середньопізнього гібрида 'Чонгар' (FAO 420). Максимуму цей показник досягав у фазі молочної стиглості за обробки препаратом Аватар-1 – 267 см. Установлено, що між висотою рослин і врожайністю зерна наявний тісний кореляційний зв'язок. **Висновки.** Співвідношення висоти рослин гібридів за групами стиглості та рівнем урожайності показало, що для середньоранньої групи у фазі припинення лінійного росту оптимальною є висота рослин 240–250 см, урожайність зерна при цьому становить 11,2–11,5 т/га; для середньостиглої групи – 255–257 см з урожайністю зерна на рівні 11,8–12,1 т/га. Для середньопізніх гібридів оптимум висоти рослин для забезпечення найвищої врожайності зерна (понад 13 т/га) знаходиться в межах від 265 до 270 см. Оптимум висоти рослин і максимум урожайності може досягатися в умовах зрошення за використання гібридів кукурудзи відповідних груп стиглості та застосування комплексних мікродобрив.

Ключові слова: фази росту й розвитку; висота рослин загальна; висота прикріплення першого качана; площа листової поверхні; урожайність зерна.

Вступ

Нині все більшої популярності набувають дослідження щодо ефективності застосування мікродобрив, регуляторів росту рослин і бактеріальних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Особливо перспективним та актуальним в умовах скорочення кількості органічних і високої вартості мінеральних добрив є вивчення впливу мікродобрив. Аналіз літературних даних вказує на те, що застосування комплексних мікродобрив дає змогу істотно зменшити норми внесення макро-добрив, сприяє реалізації закладених в організмі потенційних можливостей, зокрема певних

імунних реакцій і життєвої енергії, а також знижує вміст нітратів, іонів важких металів і радіонуклідів у продукції, значно послаблює мутагенну й тератогенну дію гербіцидів [1–4].

Установлено [5–8], що в рослинному організмі в разі застосування мікродобрив збільшується вміст вуглеводів, амінокислот і мінеральних елементів, зростає біологічний потенціал, підвищується стійкість рослин до понижених і підвищених температур, дефіциту вологи та ураження хворобами й шкідливими комахами. Під впливом біологічно активних речовин збільшується маса кореневої системи та глибина її проникнення в ґрунт, тому рослини краще використовують запаси вологи і поживних речовин. Завдяки незначним нормам внесення та відносно низькій вартості сучасні мікродобрива можуть значно підвищити рівень окупності витрат, забезпечити істотний приріст урожайності та поліпшити якість отриманої продукції.

Ростові процеси рослин є досить важливими з погляду формування наземної маси та, як наслідок, максимальної продуктивності

Tetiana Marchenko

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

Yurii Lavrynenko

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

Iryna Mykhalenko

<http://orcid.org/0000-0002-5761-7752>

Tetiana Khomenko

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

сільськогосподарських культур. Архітекtonіка рослин, зокрема й кукурудзи, може бути факторіальною ознакою потенційної продуктивності, а також є інформативною базою для визначення дії деяких елементів технології [9, 10].

Биометрична характеристика гібрида спрямована на гармонійність архітекtonіки агроценозу, результати якої можуть опосередковано впливати на залікові утилітарні показники – урожайність, втрати під час збирання врожаю від вилягання, якість продукції, економічні показники тощо [11].

Одним зі складників архітекtonіки кукурудзи є висота рослин. Залежно від групи стиглості та генетичних особливостей біотипу вона змінюється в досить широкому діапазоні – від 0,45 до 9,0 м. Зв'язок висоти рослини, продуктивності й тривалості вегетаційного періоду зумовлюється загальнобіологічними чинниками, оскільки за збільшення фотосинтетичного апарату потреба в органічних і мінеральних речовинах та час їхнього засвоєння зростають, що позитивно впливає на формування величини врожаю. При цьому подовжується вегетація і може збільшуватися висота рослин, що спричиняє їх вилягання [12, 13]. Висота рослин відіграє важливу роль у формуванні адаптивного потенціалу завдяки можливості перерозподілу біомаси врожаю в бік зернової частини [14, 15].

Мета досліджень – визначити вияв біометричних ознак гібридів кукурудзи різних груп ФАО та з'ясувати їхній зв'язок з урожайністю зерна за вирощування в умовах краплинного зрошення у Південному Степу України.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили протягом 2016–2018 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН, яке розташоване на Півдні України в зоні Інгулецького зрошувального масиву.

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

Двофакторний дослід закладали методом рендомізованих розщеплених ділянок. Площа посівної ділянки – 30,0 м², облікової – 20,0 м². Повторність – чотириразова.

Схема дослідів: *фактор А* – вітчизняні гібриди кукурудзи різних груп стиглості: 'ДН Галатея' (ФАО 250), 'Скадовський' (ФАО 290), 'ДН Деметра' (ФАО 300), 'Інгульський' (ФАО 350), 'ДН Берека' (ФАО 390), 'Чонгар' (ФАО 420); *фактор В* – оброблення рослин

кукурудзи комплексними мікродобривами: Аватар-1, Нутрімікс.

Використані в дослідженнях мікродобрива занесені до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Спосіб застосування – позакореневе підживлення у фази 3–5 і 7–8 листків.

Нутрімікс – мінеральне добриво, основна діюча речовина: N – 8%, S – 15, Zn – 3, Mn – 4, Cu – 3, Mo – 0,04%.

Аватар-1 – колоїдний розчин особливо чистих карбоксилатів природних харчових кислот особливо чистих біогенних металів Cu – 800 мг/л, Zn – 0–70, Mg – 800, Mn – 50, Co – 25, Mo – 25, Fe – 80 мг/л з домішками Ag – 1,3 мг/л, Ge – 15,0, Se – 15,0, Cr – 0,3 мг/л.

Агротехніка вирощування гібридів кукурудзи в досліді – загальноприйнята для зони Півдня України. Попередник – соя. Висівали культуру в першій декаді травня, коли температура ґрунту на глибині загортання насіння досягала 12–14 °С.

Найменша вологоємність шару ґрунту 0,7 м становить 22,0%, вологість в'янення – 9,7% від маси сухого ґрунту, щільність складання – 1,40 г/см³. В орному шарі ґрунту (0–30 см) міститься 2,2% гумусу. Середній уміст у шарі ґрунту 0–50 см нітратного азоту – 1,3, рухомого фосфору – 3,1, обмінного калію – 33,2 мг/100 г ґрунту. Валового азоту в ґрунті міститься 0,20–0,25%, фосфору – 0,12–0,14%. Уміст рухомих форм фосфору на зрошуваних темно-каштанових ґрунтах останніми роками збільшився, що пояснюється тривалим зрошенням і систематичним внесенням фосфорних добрив. Ґрунтовий поглинальний комплекс насичений переважно кальцієм і магнієм. Реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів близька до нейтральної або слабколужна (рН 6,9–7,4) і зростає вниз за профілем. Загалом ґрунт є типовим для степової зони Півдня України.

Мінеральні добрива – аміачну селітру (N – 34%) вносили під передпосівну культивуацію. Розрахункову норму добрив визначали методом оптимальних параметрів за різницею між виносом з елементів живлення з урожаєм та фактичним їх умістом у ґрунті. Залежно від фактичного вмісту елементів живлення в ґрунті вона становила N_{172–240} P₀ K₀.

Висоту рослин та площу асиміляційної поверхні листків визначали в основні фази росту й розвитку кукурудзи проміром 10 типових для варіанту рослин у чотирьох повтореннях. Висоту рослин до фази цвітіння вимірювали від поверхні ґрунту до верхівки найдовшого (витягнутого) листка, після фази викидання волоті – від поверхні ґрунту

до верхньої гілочки волоті. Площу листків встановлювали за їх лінійними параметрами. Збирали й обліковували врожай вручну у фазі повної стиглості зерна з подальшим визначенням виходу зерна та його збиральної вологості.

Обліки й статистичний аналіз експериментальних даних проводили відповідно до методичних рекомендацій [16, 17].

Результати досліджень

За висотою рослин спостерігалось чітке ранжування гібридів залежно від групи стиглості за деякими фазами росту й розвитку культури (табл. 1). Різниця за цим показником між середньоранніми (ФАО 200–290), середньостиглими (ФАО 300–390) і середньопізними (ФАО 400–490) гібридами спостерігалась уже у фазі 12–13 листків, проте істотною (12–24 см) була у фазі цвітіння качанів і молочної стиглості зерна. Загалом така різниця у висоті рослин між гібридами за групами стиглості є повністю очікуваною і не суперечить загальнобіологічним положенням.

Оброблення рослин кукурудзи мікродобривами позитивно вплинуло на висоту рослин гібридів в усі облікові фази росту й розвитку культури. Найбільший вплив на ростові процеси спричиняв препарат Аватар-1, який забезпечив приріст висоти рослин, порівняно з необробленим контролем, на 1–7 см.

Застосування мікродобрива Нутрімікс, загалом за варіантами досліду, на ростові процеси впливало мінімально (приріст за фазами росту й розвитку культури 1–3 см).

Аналіз формування висоти рослин кукурудзи залежно від групи ФАО та впливу мікродобрив має вагоме утилітарне значення у поєднанні з урожайністю зерна та визначенням оптимальних біометричних параметрів гібридів кукурудзи за деякими групами ФАО.

Як впливає з даних таблиці 1, висота рослин за фазами росту й розвитку культури змінювалася залежно від групи стиглості гібридів та застосування мікродобрив. Середні показники висоти рослин за роками досліджень збільшувалися з подовженням тривалості періоду вегетації гібридів.

Найменшою висотою рослин у фазі молочної стиглості відзначалися гібриди середньоранньої групи. При цьому вищими були рослини гібрида 'ДН Галатея' за оброблення препаратом Нутрімікс та Аватар-1 – 245 і 246 см відповідно.

У межах однієї групи стиглості висота рослин гібрида 'Скадовський' відносно 'ДН Галатея' мала неістотні відмінності. Висота рослин гібрида 'Скадовський' за оброблення препаратом Аватар-1 становила 239 см, на варіантах з Нутріміксом – 238 см.

Рослини середньостиглих гібридів 'ДН Деметра' та 'Інгульський' за використання

Таблиця 1

Висота рослин і висота прикріплення качана в гібридів кукурудзи залежно від групи стиглості та оброблення мікродобривами (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид – фактор А	Мікродобрива – фактор В	Висота рослин (см) за фазами росту й розвитку культури			Висота прикріплення качана, см
		12–13 листків	цвітіння качанів	молочна стиглість	
'ДН Галатея' (ФАО 250)	Без обробки – контроль	148	239	242	104
	Аватар-1	154	243	246	105
	Нутрімікс	152	241	245	105
'Скадовський' (ФАО 290)	Без обробки – контроль	144	232	237	101
	Аватар-1	146	233	239	102
	Нутрімікс	145	232	238	102
'ДН Деметра' (ФАО 300)	Без обробки – контроль	150	244	252	94
	Аватар-1	158	248	254	98
	Нутрімікс	155	246	254	96
'Інгульський' (ФАО 350)	Без обробки – контроль	153	243	250	105
	Аватар-1	160	248	254	107
	Нутрімікс	155	246	253	106
'ДН Берека' (ФАО 390)	Без обробки – контроль	151	246	254	116
	Аватар-1	161	256	261	118
	Нутрімікс	153	248	255	117
'Чонгар' (ФАО 420)	Без обробки – контроль	158	254	261	126
	Аватар-1	162	256	267	128
	Нутрімікс	161	255	264	127
НІР _{0,05}	фактор А	2	3	2	2
	фактор В	3	4	3	3
	взаємодія АВ	3	4	3	3

препаратів заввишки були однаковими – 253–254 см.

Загалом серед досліджуваних гібридів найвищими впродовж усіх фаз росту й розвитку були рослини середньопізнього гібрида ‘Чонгар’. Максимальної висоти вони досягли у фазі молочної стиглості за оброблення препаратом Аватар-1 – 267 см.

Найінтенсивніше лінійні ростові процеси рослин кукурудзи відбувалися до фази цвітіння качанів. У цій фазі зафіксовано істотне збільшення висоти рослин культури залежно від варіантів. Показник висоти рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості становив у контрольному варіанті від 232 до 254 см. Застосування мікродобрив сприяло збільшенню висоти рослин на 2–4 см у гібридів ФАО 250–390 та на 2–7 см у гібрида ФАО 420.

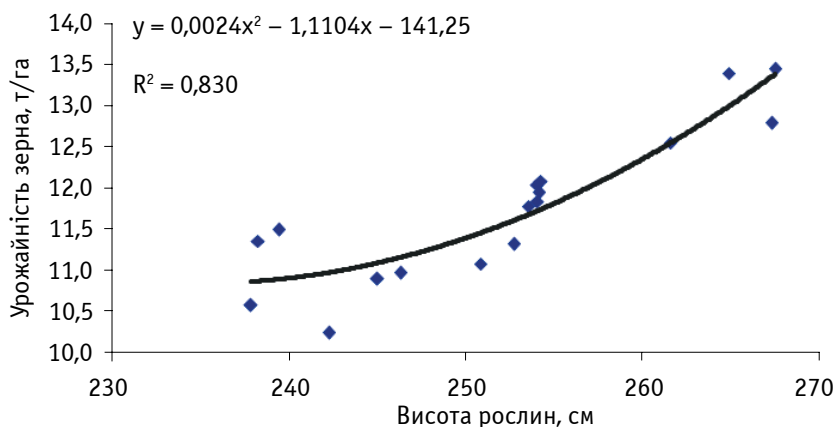


Рис. 1. Поліноміальна лінія тренду залежності висоти рослин гібридів кукурудзи і врожайності зерна (2016–2018 рр.)

Зокрема, у фазі молочної стиглості коефіцієнт кореляції між висотою рослин та врожайністю зерна гібридів становив 0,873.

Високий коефіцієнт кореляції став можливим, насамперед, завдяки позитивному впливу тривалості періоду вегетації на висоту рослин кукурудзи. Такий взаємозв'язок не є характерним для деяких груп стиглості і більш показовий для вибірок гібридів із широкою амплітудою коливання тривалості вегетації. У ранньостиглих гібридів (до ФАО 100) можуть бути певні оптимуми за висотою рослин, що можна спостерігати за результатами досліджень конкретних гібридів.

За даними дисперсійного аналізу встановлено, що найсуттєвіше на висоту рослин впливало селекційно-генетичне походження гібридів – частка впливу становила 65%.

Це підтверджує попередній висновок про те, що основним чинником формування врожайності зерна є група стиглості гібрида, а висота рослин уже опосередковано впливає

Одним із показників технологічності гібридів кукурудзи є висота прикріплення продуктивного (верхнього) качана, оскільки його низьке розташування призводить до значних втрат під час збирання комбайном. Висота прикріплення качана змінювалась у досить широких межах – від 94 до 129 см (табл. 1). Найвище він розташовувався в середньопізнього гібрида, а найнижче – у середньостиглого гібрида ‘ДН Деметра’. Мікродобрива збільшували висоту прикріплення качана неістотно – на 1–3 см.

Важливим аспектом досліджу є можливість визначення рівня впливу деяких біометричних показників на формування врожайності зерна кукурудзи. Установлено, що між висотою рослин і врожайністю зерна гібридів наявний тісний прямий кореляційний зв'язок (рис. 1).

на неї через потенційну продуктивність генотипів із більшим ФАО.

Оброблення рістрегулювальними препаратами мало менший вплив на висоту рослин – 32%. Взаємодія досліджуваних факторів була незначною – 3%, а показник залишкової дії – неістотним.

Установлено, що між висотою прикріплення першого качана та врожайністю зерна гібридів також є кореляційний зв'язок. Зокрема, у фазі молочної стиглості зерна цей коефіцієнт кореляції становив 0,745 (рис. 2).

Високий коефіцієнт кореляції вказує на можливість візуального проведення попередніх доборів на продуктивність за висотою прикріплення качана. Проте, з огляду на дані таблиці 1, добір за цією ознакою не є повністю виправданим, оскільки досить часто спостерігаються порушення закономірності. Наприклад, у гібрида ‘ДН Деметра’, у якого качан розташовувався найнижче, врожайність зерна була більшою, ніж у гібридів ранньостиглої групи (табл. 2).

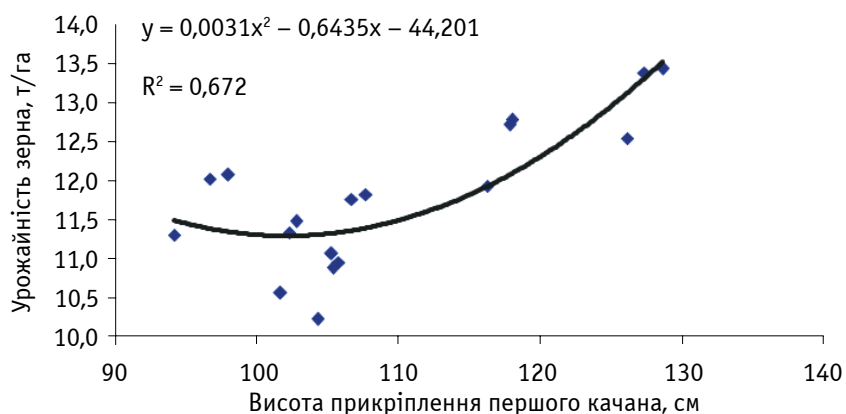


Рис. 2. Поліноміальна лінія тренду залежності висоти кріплення качана гібридів кукурудзи і врожайності зерна (2016–2018 рр.)

Таблиця 2

Динаміка наростання площі асиміляційної поверхні однієї рослини та врожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від впливу мікродобрив (2016–2018 рр.)

Гібрид – фактор А	Мікродобрива – фактор В	Площа асиміляційної поверхні (м ² /рослину) за фазами росту й розвитку культури			Урожайність зерна, т/га
		12–13 листків	цвітіння качанів	молочна стиглість	
'ДН Галатея' (ФАО 250)	Без обробки	0,312	0,451	0,413	10,3
	Аватар-1	0,338	0,479	0,438	10,9
	Нутрімікс	0,325	0,464	0,427	10,9
'Скадовський' (ФАО 290)	Без обробки	0,321	0,481	0,442	10,6
	Аватар-1	0,345	0,536	0,468	11,5
	Нутрімікс	0,334	0,525	0,457	11,4
'ДН Деметра' (ФАО 300)	Без обробки	0,375	0,565	0,464	11,3
	Аватар-1	0,398	0,618	0,489	12,1
	Нутрімікс	0,387	0,598	0,478	12,0
'Інгульський' (ФАО 350)	Без обробки	0,354	0,623	0,584	11,1
	Аватар-1	0,378	0,649	0,608	11,8
	Нутрімікс	0,367	0,638	0,599	11,8
'ДН Берека' (ФАО 390)	Без обробки	0,406	0,648	0,596	11,9
	Аватар-1	0,427	0,677	0,618	12,8
	Нутрімікс	0,415	0,657	0,609	12,7
'Чонгар' (ФАО 420)	Без обробки	0,408	0,667	0,615	12,5
	Аватар-1	0,438	0,698	0,669	13,4
	Нутрімікс	0,428	0,688	0,657	13,3
НІР _{0,05} фактор А		0,042	0,031	0,035	0,4
фактор В		0,051	0,034	0,049	0,6
взаємодія АВ		0,065	0,015	0,023	0,5

Для оптимального перебігу процесів фотосинтезу посіви кукурудзи повинні мати певну площу асиміляційної поверхні листків, яка забезпечує нагромадження пластичних речовин для формування врожаю зерна гібридів. В умовах зрошення інтенсивність фізіологічних процесів кукурудзи посилюється – збільшується площа і продуктивність асиміляційного апарату, уміст води та сухої речовини в листках і стеблах.

Переваги гібридів кукурудзи за площею асиміляційної поверхні на рослині зі збільшенням групи стиглості переконливо ілюструють дані таблиці 2. Різниця за площею асиміляційної поверхні, залежно від групи стиглості, значно збільшилась у фазі цвітіння

качана та молочної стиглості. Площа асиміляційної поверхні однієї рослини кукурудзи значно збільшувалася з ростом і розвитком рослин. На початку вегетації рослин площа асиміляційної поверхні була практично однаковою в усіх досліджуваних варіантах. Проте, уже у фазі 12–13 листків було відзначено істотне збільшення цього показника – у середньому в 7–8 разів, порівняно з аналогічними показниками у фазі 7 листків. Найбільші показники площі асиміляційної поверхні у контрольному варіанті, у середньому за фактором А (гібриди) – 0,421 м² мали рослини середньопізніх гібридів кукурудзи. Група стиглості гібридів викликала коливання показника площі асиміляційної

поверхні, який у фазі 12–13 листків найбільшим був на ділянках середньопізнього гібрида ‘Чонгар’, у середньому за фактором А (гібрид) становив $0,424 \text{ м}^2/\text{рослину}$. В інших гібридів цей показник зменшився порівняно з гібридом ‘Чонгар’ у середньому на 3–10%.

Максимальні значення площі асиміляційної поверхні в усіх варіантах дослідження спостерігали у фазі цвітіння качанів. Найбільшим цей показник був у середньопізньостиглого гібрида ‘Чонгар’ за використання препарату Аватар-1 – $0,669 \text{ м}^2/\text{рослину}$. Найменшу площу асиміляційної поверхні сформували гібриди середньоранньої групи ‘Скадовський’ ($0,442 \text{ м}^2/\text{рослину}$) і ‘ДН Галатея’ ($0,413 \text{ м}^2/\text{рослину}$) у варіантах без застосування мікродобрив. У цей період усі гібриди кукурудзи мали найбільші показники площі асиміляційної поверхні. У наступні фази росту й розвитку відбувалося незначне зменшення цього показника. Так, у фазі молочної стиглості зерна площа асиміляційної листкової поверхні в середньому становила: у групі серед-

ньоранніх гібридів – $0,441$, середньостиглих – $0,537$, середньопізніх – $0,647 \text{ м}^2/\text{рослину}$.

Оброблення рослин кукурудзи мікродобривами позитивно вплинуло на динаміку площі асиміляційної поверхні гібридів за фазами росту й розвитку рослин (див. табл. 2).

Найбільший вплив на площу асиміляційної поверхні спричиняв препарат Аватар-1, який забезпечував приріст за окремими фазами розвитку, порівняно з необробленим контролем, на рівні $0,029\text{--}0,048 \text{ м}^2/\text{рослину}$. Мікродобриво Нутрімікс, у середньому за варіантами дослідження, мінімально впливало на площу асиміляційної поверхні – приріст за фазами росту й розвитку $0,018\text{--}0,029 \text{ м}^2/\text{рослину}$.

Накопичення органічної речовини та формування врожайності корелює з площею та діяльністю асиміляційного апарату, спроможністю акумулювати ним сонячну енергію [14].

Це підтверджується розрахунками поліноміальної залежності площі листкової поверхні рослин гібридів і врожайності зерна (рис. 3). Коефіцієнт кореляції становив $r = 0,883$.

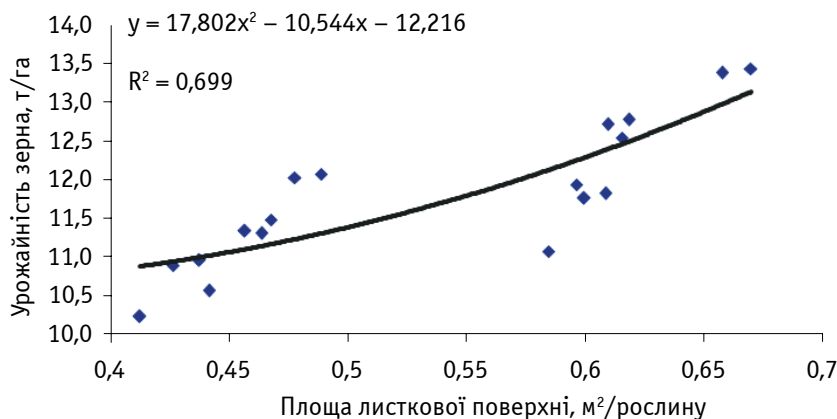


Рис. 3. Поліноміальна лінія тренду залежності площі листкової поверхні рослин гібридів кукурудзи і врожайності зерна (2016–2018 рр.)

Оброблення рослин кукурудзи мікродобривами позитивно вплинуло на динаміку площі асиміляційної поверхні гібридів за деякими фазами росту й розвитку культури (табл. 2).

Найбільший вплив на площу асиміляційної поверхні спричиняв препарат Аватар-1, який забезпечував приріст за обліковими фазами росту й розвитку, порівняно з необробленим контролем, на 7–11%. Мікродобриво Нутрімікс, у середньому за варіантами дослідження, впливало на площу асиміляційної поверхні мінімально (приріст 4–9%).

У фазі молочної стиглості відбувається відмирання і підсихання листків нижніх ярусів та реутилізація пластичних речовин на формування зерна кукурудзи. Найшвидшим процес зменшення площі асиміляційної поверхні був у середньораннього гібрида

‘ДН Галатея’, що зумовлено його генетичними особливостями та здатністю до швидкого досягання.

Дисперсійна аналіз показників площі асиміляційної поверхні у фазі цвітіння качанів дав змогу визначити вплив досліджуваних чинників на формування асиміляційної листкової поверхні. Установлено, що найбільший вплив мали селекційно-генетичні особливості – 60%, оброблення мікродобривами – 27, взаємодія факторів – 8, залишкова дія – 5%.

Найвища врожайність зерна формувалась у середньопізнього гібрида ‘Чонгар’, що пов’язано з більшою тривалістю періоду вегетації і оптимізованою за умов зрошення технологією (див. табл. 2).

Найвища врожайність зерна гібридів – середньостиглого ‘ДН Берек’ і середньопізнього

‘Чонгар’ – знаходилася на рівні 12,8–13,4 т/га. На формування врожаю зерна, порівняно з необробленим контролем, істотно вплинули мікродобрива – приріст урожайності зерна в гібридів ‘Чонгар’ і ‘ДН Берека’ був на рівні 0,84–0,89 і 0,78–0,84 т/га відповідно. Ефективнішим серед препаратів був Аватар-1. Так, за його використання в середньостиглій групі гібридів найвищу врожайність зерна встановлено в ‘ДН Деметра’ – 12,1 т/га. Гібрид ‘Інгульський’ мав дещо нижчу врожайність – 11,8 т/га. У середньоранній групі гібриди ‘Скадовський’ і ‘ДН Галатея’ показали приріст урожайності за впливу мікродобрив на 0,72–0,77 т/га. Приріст урожайності від препарату Нутрімікс був істотно нижчим, у межах похибки.

Співставлення висоти рослин гібридів за групами стиглості та максимуму врожайності дало змогу встановити, що для середньоранньої групи стиглості оптимальна висота рослин у фазі припинення лінійного росту становить 240–250 см, для середньостиглої групи – 255–257 см. Для середньопізніх гібридів оптимум висоти рослин для забезпечення найвищої врожайності зерна (понад 13 т/га) знаходиться в межах від 265 до 270 см. Оптимум висоти рослин і максимум урожайності може досягатися в умовах зрошення за використання гібридів кукурудзи відповідних груп стиглості та застосування комплексних мікродобрив.

Висновки

Висота рослин, висота прикріплення качана та площа асиміляційної поверхні рослин є важливими ознаками рослин, що забезпечують високу продуктивність гібридів кукурудзи. Ці показники фізіологічно пов’язані з групою стиглості гібридів, що опосередковано впливає на фотосинтетичну активність рослин у посівах.

Застосування в посівах мікродобрив позитивно впливає на висоту рослин, висоту прикріплення качана та площу асиміляційної поверхні гібридів кукурудзи за окремими фазами розвитку. Найбільший вплив на ростові процеси спричиняє препарат Аватар-1, який забезпечує приріст висоти рослин за окремими фазами розвитку, порівняно з контролем, на 1–7 см. Мікродобриво Нутрімікс, у середньому за варіантами дослідження, мінімально впливає на ростові процеси (приріст за фазами росту й розвитку 1–3 см). Серед досліджуваних гібридів найбільша висота рослин за всіх фаз розвитку була в середньопізнього гібриду ‘Чонгар’ (ФАО 420) з максимумом у фазі молочної стиглості за

оброблення препаратом Аватар-1 – 267 см. Установлено, що між висотою рослин, висотою прикріплення качана, площею асиміляційної поверхні та врожайністю зерна гібридів є тісний кореляційний зв’язок на рівні $r = 0,873$; $0,745$ та $0,883$ відповідно, що може свідчити про можливість попереднього візуального оцінювання за цими ознаками на продуктивність у польових умовах.

Співвідношення висоти рослин гібридів за групами стиглості та рівнем урожайності показало, що для середньоранньої групи у фазі припинення лінійного росту оптимальною є висота рослин 240–250 см, врожайність зерна при цьому становить 11,2–11,5 т/га; для середньостиглої групи – 255–257 см з урожайністю зерна на рівні 11,8–12,1 т/га. Для середньопізніх гібридів оптимум висоти рослин для забезпечення найвищої врожайності зерна (понад 13 т/га) знаходиться в межах від 265 до 270 см. Оптимум висоти рослин і максимум урожайності може досягатися в умовах зрошення за використання гібридів кукурудзи відповідних груп стиглості та застосування комплексних мікродобрив.

Використана література

1. Поспелова Г. Д., Бараболя О. В., Морозова О. О. Вплив біологічних препаратів на фітосанітарний стан насіння сої. *Вісник ПДАА*. 2018. № 4. С. 37–42. doi: 10.31210/visnyk2018.04.05
2. Тищенко М. В., Мороз О. В., Смірних В. М. та ін. Використання мікроелементного препарату «Аватар» за вирощування ячменю ярого в польовій сівозміні. *Вісник ПДАА*. 2018. № 3. С. 32–39. doi: 10.31210/visnyk2018.03.05
3. Рожков А. О., Чигирин 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
4. Bharali A., Baruah K. K., Bhattacharyya P., Ghor D. Integrated nutrient management in wheat grown in a northeast India soil: Impacts on soil organic carbon fractions in relation to grain yield. *Soil Till. Res.* 2017. Vol. 168. P. 81–91. doi: 10.1016/j.still.2016.12.001
5. 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
6. Zhang L., Garneau M. G., Majumdar R. et al. 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/tpj.12716
7. Troyer A. F. Background of U.S. hybrid corn II: Breeding, climate, and food. *Crop Sci.* 2004. Vol. 44, Iss. 2. P. 370–380. doi: 10.2135/cropsci2004.3700
8. Belavskaya L., Diyanova A. The results of study of ecological stability and plasticity of Ukrainian soybean varieties. *Ann. Agrar. Sci.* 2017. Vol. 15, Iss. 2. P. 247–251. doi: 10.1016/j.aasci.2017.05.003
9. Паламарчук В. Д. Вплив позакоренових підживлень на кількість качанів у гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8. С. 24–32. doi: 10.31073/agrovisnyk201808-14
10. van Heerwaarden J., Hufford M. B., Ross-Ibarra J. Historical genomics of North American maize. *Proc. Natl. Acad. Sci.*

- USA. 2012. Vol. 109, Iss. 31. P. 12420–12425. doi: 10.1073/pnas.1209275109
11. Савчук М. В., Лісовий М. М., Таран О. П. та ін. Вплив передпосівної обробки наноконкомпозитами на фотосинтетичний апарат гібрида кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 5. С. 32–35. doi: 10.31073/agrovisnyk201805-05
 12. Betrán F. J., Beck D., Bänziger M., Edmeades G. O. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non-stress environments in tropical maize. *Crop Sci.* 2003. Vol. 43, Iss. 3. P. 807–817. doi: 10.2135/cropsci2003.8070
 13. Mikel M. A. Genetic composition of contemporary U.S. commercial dent corn germplasm. *Crop Sci.* 2011. Vol. 51, Iss. 2. P. 592–599. doi: 10.2135/cropsci2010.06.0332
 14. Нужна М. В., Боденко Н. А. Моделі гібридів кукурудзи FAO 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
 15. 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
 16. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р. А. Вожегової. Херсон : Гринь Д. С., 2014. 285 с.
 17. Ушкаренко В.О., Нікішенко В. Л., Голобородько С.П., Коківіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
- conditions of growing. *Plant Var. Stud. Prot.*, 14(4), 415–421. doi: 10.21498/2518-1017.14.4.2018.151909 [in Ukrainian]
6. Zhang, L., Garneau, M. G., Majumdar, R., Grant, J., & Tegeder, M. (2015). 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/tpj.12716
 7. Troyer, A. F. (2004). Background of U.S. hybrid corn II: Breeding, climate, and food. *Crop Sci.*, 44(2), 370–380. doi: 10.2135/cropsci2004.3700
 8. Beliauskaya, L., & Diyanova, A. (2017). The results of study of ecological stability and plasticity of Ukrainian soybean varieties. *Ann. Agrar. Sci.*, 15(2), 247–251. doi: 10.1016/j.aasci.2017.05.003
 9. Palamarchuk, V. D. (2018). The effect of foliar fertilizing on the number of cobs in corn hybrids. *Visn. agrar. nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 8, 24–32. doi: 10.31073/agrovisnyk201808-14 [in Ukrainian]
 10. van Heerwaarden, J., Hufford, M. B., & Ross-Ibarra, J. (2012). Historical genomics of North American maize. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 109(31), 12420–12425. doi: 10.1073/pnas.1209275109
 11. Savchuk, M. V., Lisovyi, M. M., Taran, O. P., Chechenieva, T. M., & Starodub, M. F. (2018). Influence of presowing treatment with nanocomposites upon photosynthetic apparatus of hybrid of corn. *Visn. agrar. nauki* [Bulletin of Agricultural Science], 5, 32–35. doi: 10.31073/agrovisnyk201805-05 [in Ukrainian]
 12. Betrán, F. J., Beck, D., Bänziger, M., & Edmeades, G. O. (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
 13. Mikel, M. A. (2011). Genetic composition of contemporary U.S. commercial dent corn germplasm. *Crop Sci.*, 51(2), 592–599. doi: 10.2135/cropsci2010.06.0332
 14. Nuzhna, M. V., & Bodencko, N. A. (2018). Models of corn hybrids of different maturity groups FAO 150–490 for irrigated conditions. *Plant Var. Stud. Prot.*, 14(1), 58–64. doi: 10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508 [in Ukrainian]
 15. Troyer, A. F. (2006). Adaptedness and heterosis in corn and mule hybrids. *Crop Sci.*, 46(2), 528–543. doi: 10.2135/cropsci2005.0065
 16. Vozhehova, R. A. (Ed.). (2014). *Metodyka poliovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh* [The method of field and laboratory studies on irrigated land]. Kherson: Hrin D. S. [in Ukrainian]
 17. Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2008). *Dyspersiyni i koreliatsiyni analiz rezultativ polovoykh doslidiv* [Dispersion and correlation analysis of the results of field experiments]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian]

УДК 631.53.01:633.15:631.811.98:631.67

Марченко Т. Ю.^{1*}, Лавриненко Ю. О.¹, Михаленко И. В.², Хоменко Т. М.³ Биометрические показатели гибридов кукурузы разных групп ФАО в зависимости от обработки микроудобрениями в условиях орошения // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 1. С. 71–79. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486>

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

²ВГУУ «Херсонський державний аграрний університет», ул. Сретенська, 23, г. Херсон, 73000, Україна

³Український інститут експертизи сортів рослин, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Київ, 03041, Україна

Цель. Определить проявление биометрических признаков гибридов кукурузы различных групп ФАО и выяснить их связь с урожайностью зерна при выращивании в условиях капельного орошения в Южной Степи Украины. **Методы.** Полевой, лабораторный, математически-статистический. **Результаты.** Обработка посевов кукурузы микроудобрениями положительно влияла на высоту растений гибридов

по некоторым фазам роста и развития. Наибольшее влияние на ростовые процессы оказывал препарат Аватар-1, обеспечивший прирост высоты растений по сравнению с необработанным контролем на 1–7 см. Применение микроудобрения Нутримикс, в общем по вариантам опыта, на ростовые процессы влияло минимально (прирост по фазам роста и развития культуры 1–3 см). Среди ис-

следуемых генотипов кукурузы наивысшими растения в течение всей вегетации были у среднепозднего гибрида 'Чонгар' (FAO 420). Максимум этот показатель достигал в фазе молочной спелости при обработке препаратом Аватар-1 – 267 см. Установлено, что между высотой растений и урожайностью зерна существует тесная корреляционная связь. **Выводы.** Соотношение высоты растений гибридов по группам спелости и уровня урожайности показало, что для среднеранней группы в фазе прекращения линейного роста оптимальной является высота растений 240–250 см, урожайность зерна при этом составляет 11,2–11,5 т/га;

для среднеспелой группы – 255–257 см с урожайностью зерна на уровне 11,8–12,1 т/га. Для среднепоздних гибридов оптимум высоты растений для обеспечения высокой урожайности зерна (более 13 т/га) находится в пределах от 265 до 270 см. Оптимум высоты растений и максимум урожайности может достигаться в условиях орошения при использовании гибридов кукурузы соответствующих групп спелости и применении комплексных микроудобрений.

Ключевые слова: фазы роста и развития; высота растений общая; высота прикрепления первого початка; площадь листовой поверхности; урожайность зерна.

UDC 631.53.01:633.15:631.811.98:631.67

Marchenko, T. Yu.^{1*}, Lavrynenko, Yu. O.¹, Mykhalenko, I. V.², & Khomenko, T. M.³ (2019). Biometric indices of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizer treatment under irrigation conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(1), 71–79. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486>

¹*Institute of Irrigated Agriculture, NAAS of Ukraine, Naddniprianske village, Kherson, 73483, Ukraine, *e-mail: tmarchenko74@ukr.net*

²*Kherson State Agrarian University, 23 Stritenska St., Kherson, 73000, Ukraine*

³*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine*

Purpose. To determine the manifestation of biometric features of corn hybrids of various FAO groups and find out their relationship with grain yield when grown under drip irrigation in the Southern Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, laboratory, mathematical and statistical. **Result.** Corn crops treatment with micronutrients had a positive effect on the height of hybrids in some phases of growth and development. The greatest influence on growth processes was caused by complex microfertilizer Avatar-1; it provided a growth in plant height as compared to the untreated control, by 1–7 cm. The use of Nutrimix microfertilizer, in general according to the variants of the experiment, influenced growth processes minimally (acceleration in phases of growth and development of the agriculture crop was 1–3 cm). Plants of the mid-late 'Chonhar' hybrid (FAO 420) were the highest throughout the growing season among the studied corn genotypes. This figure reached a maximum in

the stage of milky ripeness when plants were treated with Avatar-1 – 267 cm. It was revealed that there is a close correlation between plant height and grain yield. **Conclusions.** The ratio of the height of hybrid plants by groups of ripeness and level of productivity showed that for medium-early groups in the phase of linear growth termination the optimum height was 240–250 cm, in this case grain yield was 11.2–11.5 t/ha, for the middle-ripening group – 255–257 cm with a grain yield of 11.8–12.1 t/ha. For mid-late maturity hybrids the optimum plant height for high yields grain (more than 13 t/ha) was in the range from 265 to 270 cm. The optimum height of plants and the maximum yield can be achieved under irrigation using corn hybrids of the corresponding groups of ripeness and the use of complex micronutrients.

Keywords: phases of growth and development; total plant height; ear height; leaf area; grain yield.

Надійшла / Received 21.01.2019

Погоджено до друку / Accepted 18.03.2019