

УДК 63:631.81

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.38>

ВПЛИВ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН ТА РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Циліурк О.І. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Тищенко В.О. – аспірант кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Урожайність кукурудзи суттєво залежить від гібридів, густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення, оскільки ці фактори суттєво впливають на конкуренцію за ресурси, такі як світло, вода, та поживні речовини. Головна мета нашої роботи полягала у визначенні особливостей формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в залежності від густоти стояння рослин кукурудзи та рівня мінерального живлення. Проводили польові наукові дослідження за загально прийнятими методиками дослідної справи із наступним використанням математичної обробки експериментальних даних за допомогою дисперсійного аналізу. Висота рослин кукурудзи незалежно від гібридів різних груп стиглості була максимальною за густоти стояння рослин у 30 тис га. Поступове зростання густоти рослин до 60 тис. га понижувало висоту рослин з 210–253 см до 202–236 см, внаслідок конкурентних взаємовідносин між окремими рослинами при боротьбі за фактори життя (волога, поживні речовини, світло тощо). Використання мінеральних добрив, а зокрема збільшення їх норми до $N_{60}P_{60}K_{60}$ давало можливість підвищити висоту рослин кукурудзи на 6–25 см порівняно з не удобреними варіантами. Виявлено поступове збільшення кількості листків у кукурудзі від ранньостиглого гібриду ДМС Лорд – 9,7–10,3 шт/рослину до середньопізннього ДМС Шатл – 12,4–13,4 шт/рослину. Виявлена також тенденція до збільшення кількості листків від внесення мінеральних добрив на 7,5–10,6%. Використання мінеральних добрив, особливо в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ призводило до збільшення площі листкової пластинки на 25,3–28,3%. Більш загузені рослини кукурудзи за 60 тис. га мали тенденцію до зменшення площі листкової поверхні на 7,2–9,1% у зв'язку із більшою жорсткою конкуренцією між рослинами в посівах. Внесення добрив в дозі $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$ сприяло збільшенню вмісту хлорофілу в листках кукурудзи порівняно із контрольним варіантом (SPAD 50,5–55,3) на 2,5–13,8 одиниць SPAD, або 4,1–24,7%, особливо у ранньостиглого гібриду ДМС Лорд та середньораннього ДМС Прайм порівняно із середньостиглим ДМС 3015 та середньопізннім ДМС Шатл. Найбільш оптимальними варіантами густоти стояння рослин кукурудзи різних груп стиглості є 50–60 тисяч рослин на гектар, що забезпечує максимальні біометричні показники рослин та максимальну врожайність зерна 5,12–7,02 т/га. Тобто, в умовах Північного Степу України слід висівати середньостиглі гібриди кукурудзи за густоти стояння рослин 50 тис. га і внесенні $N_{30-60}P_{30-60}K_{30-60}$, зокрема ДМС 30150, що забезпечує формування максимальної врожайності зерна на рівні 6,93–7,02 т/га.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, добрива, густота рослин, одиниці SPAD, біометричні показники, урожайність.

Tsyliuryk O.I., Tyshchenko V.O. The influence of plant density and mineral nutrition level on corn grain yield in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine

The yield of corn significantly depends on hybrids, plant density, and the level of mineral nutrition, as these factors greatly influence competition for resources such as light, water, and nutrients. The main goal of our work was to determine the features of grain yield formation of corn hybrids of different maturity groups depending on the plant density and level of mineral nutrition. Field research was conducted using generally accepted experimental methods, followed by mathematical processing of the experimental data using analysis of variance. The height of corn plants, regardless of hybrid maturity groups, was maximized at a plant density of

30,000 plants per hectare. Gradually increasing the plant density to 60,000 plants per hectare reduced plant height from 210–253 cm to 202–236 cm, due to competitive interactions among individual plants in their struggle for vital resources (moisture, nutrients, light, etc.). The use of mineral fertilizers, specifically increasing their rates to N₆₀P₆₀K₆₀, allowed an increase in corn plant height by 6–25 cm compared to unfertilized options. A gradual increase in the number of leaves on corn plants was observed from the early-maturing hybrid DMS Lord, with 9.7–10.3 leaves per plant, to the mid-late hybrid DMS Shuttle, with 12.4–13.4 leaves per plant. There was also a tendency for an increase in the number of leaves due to the application of mineral fertilizers by 7.5–10.6%. The use of mineral fertilizers, especially at a dose of N₆₀P₆₀K₆₀, led to an increase in leaf area by 25.3–28.3%. More densely planted corn at 60,000 plants per hectare tended to reduce leaf area by 7.2–9.1% due to more intense competition among plants in the stands. Fertilizer application at a dose of N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀ contributed to an increase in chlorophyll content in corn leaves compared to the control variant (SPAD 50.5–55.3) by 2.5–13.8 SPAD units, or 4.1–24.7%, especially in the early-maturing hybrid DMS Lord and the medium-early DMS Prime compared to the medium-maturing DMS 3015 and the medium-late DMS Shuttle. The most optimal plant density for corn hybrids of different maturity groups is 50–60 thousand plants per hectare, ensuring maximum biometric indicators of plants and maximum grain yield of 5.12–7.02 t/ha. Thus, in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine, it is advisable to sow medium-maturing corn hybrids at a plant density of 50 thousand per hectare and apply N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀ specifically DMS 30150, which ensures the maximum grain yield of 6.93–7.02 t/ha.

Key words: corn, hybrids, fertilizers, plant density, SPAD units, biometric indicators, yield.

Постановка проблеми. У північному Степу України доцільно вирощувати кукурудзу на зерно, обираючи ранньостиглі, середньоранні та середньостиглі гібриди. Ці гібриди мають різні реакції на умови живлення, густоту стояння рослин, рівень вологозабезпеченості та інші агрокліматичні фактори. Врахування цих умов дозволяє оптимізувати врожайність та якість зерна, забезпечуючи стабільне виробництво його навіть за умов нестабільних погодних умов коригуючи агротехнічні елементи технологій [1–4].

Одним із ключових факторів, що значно впливають на врожайність кукурудзи, є забезпечення оптимальної густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення. Це питання набуває особливої актуальності, оскільки в останні роки до Державного реєстру сортів рослин України було занесено багато нових гібридів, для яких ці параметри ще не визначені для конкретних зон вирощування. Встановлення оптимальної густоти стояння рослин кукурудзи для кожного нового гібриду є необхідним кроком для досягнення максимальної врожайності та ефективного використання виробничих ресурсів. Тому вченим та товаровиробникам необхідно надавати особливу увагу густоті стояння рослин та удобренню кукурудзи, забезпечуючи її високі показники продуктивності в умовах Степу [5–8].

Урожайність кукурудзи суттєво залежить від густоти стояння рослин, оскільки цей фактор впливає на конкуренцію за ресурси, такі як світло, вода, та поживні речовини. За низької густоти стояння кожна рослина має більше простору, менше конкуренції за світло, воду і поживні речовини. Це може призвести до більшої кількості і розміру качанів на одну рослину. Але загальна кількість рослин на одиницю площі зменшується, що може знижувати загальну врожайність, незважаючи на високу продуктивність окремих рослин. За оптимальної густоти досягається баланс між кількістю рослин і доступними ресурсами. Рослини отримують достатньо світла, води і поживних речовин, що дозволяє досягати максимальної врожайності на одиницю площі. Визначення оптимальної густоти вимагає точних знань про конкретний гібрид і умови вирощування [9–10].

Збільшення рослин кукурудзи на одиницю площі потенційно може збільшити загальну врожайність. Але посилюється конкуренція за ресурси. Рослини можуть

страждати від нестачі світла, води і поживних речовин, що призводить до зменшення розміру качанів і кількості зерен на одну рослину. Це може негативно вплинути на якість та загальну врожайність.

Тому оптимальна густина стояння рослин кукурудзи для конкретного гібриду є критично важливою для досягнення найвищої врожайності. Оптимальна густина залежить від багатьох факторів, включаючи тип ґрунту та його удобрення, рівень вологозабезпеченості, агротехнічні умови та кліматичні особливості регіону. Дослідники агрономи повинні проводити постійні дослідження та експерименти для визначення найкращої густоти стояння для кожного конкретного гібриду, що вирощується в певній агрокліматичній зоні.

Головна мета нашої роботи полягала у визначенні особливостей формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в залежності від густоти стояння рослин кукурудзи та рівня мінерального живлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В практиці світового землеробства оптимальну густоту стояння рослин кукурудзи різних груп стиглості визначають в польових експериментах і коригують залежно від технології вирощування, групи стиглості гібридів, родючості ґрунту, погодних умов в конкретні роки досліджень тощо. Закордонними вченими встановлено, що оптимальна густина рослин кукурудзи для різних ґрунтово-кліматичних зон нашої планети становить: Південна Африка – 17,2 – 20,0 тис. шт./га, США – 30 – 40; ЄС – 50–75 тис. шт./га. Тобто потрібно коригувати густоту стояння рослин для певних ґрунтово-кліматичних зон та економічно-господарських умов науково обґрунтованих дослідженнями вітчизняних та закордонних вчених [11].

При загущенні кукурудзи ріст і розвиток рослин сповільнюється [12]. На думку Маслійова С.В. загущені посіви кукурудзи, особливо скоростиглих гібридів пришвидшують своє дозрівання [13]. Суперечливі дані вчених свідчать про те, що вплив густоти стояння рослин на темпи їх росту і розвитку проявляються по-різному, а це обумовлено агротехнічними, ґрунтово-кліматичними, а також морфо-біологічними особливостями гібридів кукурудзи. Експериментами доведено, що для степової зони оптимальна густина становить 40–50 тис./га. На думку Югенхеймера Р. У. [14] кількість рослин кукурудзи на одиницю площі слід регулювати відповідно до родючості ґрунту та вологозабезпеченості рослин. А підвищення густоти кукурудзи до 37 – 86 тис./га підвищувало врожай відповідно на 37 та 48%.

Поряд з цим високі врожаї кукурудзи можна отримувати лише при внесенні достатньої кількості добрив, адже кукурудза використовує їх більш максимально, а ніж інші зернові. Це зумовлено, перш за все, тривалішим вегетаційним періодом та властивістю рослин засвоювати поживні речовини від початку вегетації до завершення дозрівання зерна [15]. Максимальне споживання елементів живлення впродовж всього вегетаційного періоду відбувається до фази воскової стиглості зерна [16]. Тобто до настання воскової стиглості рослини вже використовують 90% елементів живлення, особливо у фазу швидкого росту (викидання волоті – цвітіння). Сформована одна тонна зерна кукурудзи засвоює 16–35 кг азоту, 7–13 кг фосфору та 20–35 кг калію [17]. Регулярні внесення добрив та підживлення протягом всієї вегетації рослин кукурудзи можуть забезпечити високу врожайність. Тому що всі корисні речовини та елементи надходять до стебла саме з коренів протягом всього періоду росту [18]. Високі показники продуктивності кукурудзи можна забезпечити помірними нормами мінеральних і органічних добрив [19, 20]. Лише за правильного використання добрив буде збільшуватися врожайність та покращуватися якість зерна кукурудзи [21, 22].

Постановка завдання. Польовий дослід заклали в фермерському господарстві «Юлія і К» в селі Мар'ївка, Новомосковського району, Дніпропетровської області. Ґрунт на дослідному полі чорнозем звичайний малогумусний із умістом гумусу 3,3%. Вміст рухомих форм $N-NO_3$ – 2,5 мг/100 г ґрунту, P_2O_5 – 10 мг/100 г, K_2O – 8,9 мг/100 г, рН-6,9, щільність ґрунту 1,2 г/см³.

Обробіток ґрунту розпочинали з лущення стерні важкою дисковою борною БДВП-4.2 після збирання врожаю попередника пшениці озимої. Схема досліді включала посів чотирьох гібридів різних груп стиглості ранньостиглий ДМС Лорд, середньоранній ДМС Прайм, середньостиглий ДМС 3015, середньопізній ДМС Шатл.

На тлі кожного із гібридів було накладено три фони удобрення:

1. Без добрив;
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$;
3. $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Внесення добрив проводили навесні розкидним способом перед передпосівною культивацією. Використовували комплексне мінеральне добриво нітроамофоску.

Окрім цього зазначені гібриди на тлі фонів добрив висівалися за густоти стояння рослин в 30, 40, 50, 60 тис./га (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліді з вивчення ефективності густоти стояння рослин кукурудзи

Гібриди	Добрива	Густота рослин кукурудзи, тис./га
ДМС ЛОРД (ранньостиглий)	1. без добрив	30, 40, 50, 60
	2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	30, 40, 50, 60
	3. $N_{60}P_{60}K_{60}$	30, 40, 50, 60
ДМС ПРАЙМ (середньоранній)	1. без добрив	30, 40, 50, 60
	2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	30, 40, 50, 60
	3. $N_{60}P_{60}K_{60}$	30, 40, 50, 60
ДМС 3015 (середньостиглий)	1. без добрив	30, 40, 50, 60
	2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	30, 40, 50, 60
	3. $N_{60}P_{60}K_0$	30, 40, 50, 60
ДМС ШАТЛ (середньопізній)	1. без добрив	30, 40, 50, 60
	2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	30, 40, 50, 60
	3. $N_{60}P_{60}K_{60}$	30, 40, 50, 60

Подальша технологія догляду за кукурудзою була загальноприйнятою для зони Степу, серед особливостей технології – це внесення ґрунтового гербіциду Харнес – 2,5 л/га, а в фазі 5–6 листів проводили обприскування страховим гербіцидом Дісулам – 0,5 л/га. Погодні умови в цілому склалися сприятливо для росту і розвитку рослин кукурудзи за винятком посушливих умов у весняний (травень) та літній періоди (червень, серпень) періоди.

Всі обліки і спостереження проводили у відповідності з методикою дослідної справи в агрономії [23].

Виклад основного матеріалу дослідження та обговорення. Як показали результати досліджень висота рослин кукурудзи незалежно від гібридів різних груп стиглості була максимальною за густоти стояння рослин у 30 тис. га. Поступове зростання густоти рослин до 60 тис. га понижувало висоту рослин

Пропорційною до кількості листків кукурудзи була їх площа. Мінімальна площа листків однієї рослини була характерна для контролю 319,8–528,7 см². Використання мінеральних добрив, особливо в дозі N₆₀P₆₀K₆₀ призвело до збільшення площі листової пластинки на 25,30–28,30%. Більш загущені рослини кукурудзи за 60 тис. га мали тенденцію до зменшення площі листової поверхні на 7,2–9,1% у зв'язку із більш жорсткою конкуренцією між рослинами в посівах.

Фотосинтез безпосередньо залежить від площі листової поверхні рослини. Чим більша площа листків, тим більше сонячної енергії може бути поглинуто для здійснення фотосинтезу. Листки є основними органами, в яких відбувається цей процес, тому збільшення їх площі сприяє підвищенню загальної продуктивності фотосинтезу. Відповідно, рослини з більшою листовою поверхнею можуть ефективніше перетворювати світлову енергію в хімічну, що сприяє їх кращому росту, розвитку та формуванню високого врожаю зерна кукурудзи.

Основним способом максимального використання фотосинтетично активної радіації сонця є стимулювання швидкого розвитку листового апарату кукурудзи, особливо на початкових етапах вегетації, за допомогою факторів інтенсифікації. Зокрема, використання мінеральних добрив та оптимальної густоти стояння кукурудзи різних груп стиглості, що сприяє підвищенню вмісту хлорофілу, ефективності фотосинтезу та збільшенню врожайності зерна.

Значну дію на уміст хлорофілу в листках кукурудзи в наших дослідженнях мали мінеральні добрива та оптимальна густина рослин. Уміст хлорофілу також залежав від особливостей гібридів, а також групи їх стиглості. Збільшення кількості хлорофілу від використання мінеральних добрив в дозі N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀ в одиницях SPAD порівняно із контрольним варіантом (SPAD 50,5 – 55,3) становило на ранньостиглому гібриді ДМС Лорд на 9,1–10,1 одиниць (18,9–20,6%), середньоранньому ДМС Прайм на 10,2–13,8 одиниць (19,2–24,7%), середньостиглому ДМС 3015 на 3,3–7,6 одиниць (5,6–13,2%), середньопізньому ДМС Шатл на 2,5–7,0 одиниць (4,1–12,3%). Необхідно вказати на тенденцію зростання вмісту хлорофілу при внесенні підвищеної дози мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ та на ранньостиглому ДМС Лорд та середньоранньому ДМС Прайм порівняно з середньостиглим ДМС 3015 та середньопізнім ДМС Шатл у зв'язку з дещо коротшим періодом вегетації ранньостигліших гібридів, швидшим настанням фаз розвитку, що обумовлювало більший уміст хлорофілу та інтенсивніші процеси фотосинтезу на час визначення (кінець липня) у фазу початку викидання волотей (ВВСН 60–63). В подальшому у пізньостигліших гібридів ці процеси пришвидшувалися.

Тобто, внесені добрива в дозі N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀ сприяли збільшенню вмісту хлорофілу в листках кукурудзи в одиницях SPAD порівняно із контрольним варіантом (SPAD 50,5–55,3) на 2,5–13,8 одиниць SPAD, або 4,1–24,7%. Відмічена тенденція зростання вмісту хлорофілу за внесення підвищеної дози мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ на ранньостиглому ДМС Лорд та середньоранньому ДМС Прайм порівняно з середньостиглим ДМС 3015 та середньопізнім ДМС Шатл.

Як показали результати досліджень в умовах 2020–2022 років перевагу за урожайністю зерна мали середньоранній гібрид ДМС Прайм 5,28–6,98 т/га, середньостиглий гібрид ДМС 3015 – 4,86–7,02 т/га та середньопізній ДМС Шатл – 4,98–6,98 т/га, тобто гібриди з більш довшим вегетаційним періодом. Ранньостиглий ДМС Лорд (4,71–5,31 т/га) мав на 0,15–1,71 т/га (3,1–24,4%) нижчі показники урожайності (табл. 2).

Таблиця 2

**Урожайність кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону
удобрення в середньому за 2021–2023 рік, т/га**

№ п/п	Гібриди	Система удобрення	Густота стояння рослин, тис/га	Урожайність, т/га			
				роки досліджень			
				2021	2022	2023	середнє
1.	ДМС ЛОРД (ранньостиглий)	без добрив	30	5,15	4,35	4,64	4,71
			40	5,21	4,41	4,95	4,85
			50	5,95	5,15	4,96	5,35
			60	5,98	5,33	5,33	5,54
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	30	5,00	4,21	4,45	4,55
			40	5,25	4,45	4,35	4,68
			50	5,58	4,78	5,01	5,12
			60	5,41	4,61	4,75	4,92
		N ₆₀ P ₆₀ K ₀	30	5,11	4,11	3,96	4,39
			40	5,67	4,87	4,34	4,95
			50	5,92	5,12	4,90	5,31
			60	5,97	4,87	4,62	5,15
2.	ДМС ПРАЙМ (середньоранній)	без добрив	30	5,00	5,94	4,92	5,28
			40	6,12	6,14	5,86	6,04
			50	6,80	6,83	6,02	6,55
			60	6,78	6,58	5,10	6,15
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	30	6,60	4,79	5,50	5,63
			40	6,98	6,44	5,90	6,44
			50	6,98	7,22	6,05	6,75
			60	7,00	7,25	6,01	6,75
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30	6,14	5,15	5,34	5,54
			40	6,85	6,22	5,45	6,17
			50	7,45	7,49	6,02	6,98
			60	7,66	6,81	5,84	6,77
3.	ДМС 3015 (середньо- стиглий)	без добрив	30	5,80	4,90	3,90	4,86
			40	6,45	6,22	5,34	6,00
			50	6,66	6,06	5,76	6,16
			60	6,82	6,72	5,05	6,34
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	30	6,60	5,68	5,32	5,86
			40	6,90	6,94	6,02	6,62
			50	7,12	7,16	6,32	6,86
			60	7,25	7,22	5,76	6,74
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30	6,70	5,85	5,22	5,92
			40	6,85	6,21	5,56	6,20
			50	7,25	7,59	6,23	7,02
			60	7,45	7,37	5,98	6,93
4.	ДМС ШАТЛ (середньопізній)	без добрив	30	5,30	5,14	4,50	4,98
			40	6,60	6,26	5,60	6,15
			50	7,25	7,34	5,87	6,82
			60	7,27	7,16	6,2	6,87
		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	30	6,61	5,37	5,10	5,69
			40	6,75	6,48	5,40	6,21
			50	7,25	7,51	6,05	6,93
			60	7,78	7,43	5,05	6,75
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	30	6,65	6,85	5,70	6,40
			40	7,01	7,18	6,10	6,76
			50	7,45	7,25	6,25	6,98
			60	7,55	7,11	5,50	6,72

Застосування мінеральних добрив підвищувало урожайність кукурудзи по відношенню до контрольного варіанту, зокрема середньораннього гібриду ДМС Прайм від використання N30P30K30 на 0,35–0,6 т/га (6,2–8,8%), N60P60K60 на 0,26–0,82 т/га (4,7–12,1%), середньостиглого ДМС 30150 на 0,4–1,0 т/га (5,9–17,1%) та 0,59–1,06 т/га (8,5–17,1%).

В умовах 2021–2023 рр. на ранньостиглому гібриді ДМС Лорд та середньопізньому гібриді ДМС Шатл добрива були малоєфективними через посушливі умови в критичні фази росту і розвитку рослин (викидання вологі, цвітіння, налив зерна). Прибавка від добрив тут була мінімальною, зокрема на ранньостиглому гібриді ДМС Лорд – 0,1 т/га (2,0%), середньопізньому гібриді ДМС Шатл – 0,16 т/га (2,3%).

Висновки і пропозиції:

1. Виявлено поступове збільшення кількості листків кукурудзи від ранньостиглого ДМС Лорд – 9,7–10,3 шт/рослину до середньопізнього ДМС Шатл – 12,4–13,4 шт/рослину, тобто кількість листків була значно пов'язана із біологічними особливостями гібридів. Встановлено також збільшення їх кількості від внесення мінеральних добрив на 7,5–10,6%.

2. Площа листової поверхні однієї рослини кукурудзи була пропорційною до кількості листків на рослині. Мінімальна площа листків була характерна для контролю 319,8–528,7 см². Використання мінеральних добрив, особливо в дозі N₆₀P₆₀K₆₀ призвело до збільшення площі листової пластинки на 25,30–28,30%. Більш загущені рослини кукурудзи за 60 тис. га мали тенденцію до зменшення площі листової поверхні на 7,2–9,1% у зв'язку із більш жорсткою конкуренцією між рослинами в посівах.

3. Внесення добрив в дозі N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀ сприяло збільшенню умісту хлорофілу в листках кукурудзи порівняно із контрольним варіантом (SPAD 50,5–55,3) на 2,5–13,8 одиниць SPAD, або 4,1–24,7%. Відмічена також тенденція зростання умісту хлорофілу за внесення підвищеної дози мінеральних добрив N₆₀P₆₀K₆₀ на ранньостиглому ДМС Лорд та середньоранньому ДМС Прайм порівняно із середньостиглим ДМС 3015 та середньопізнім ДМС Шатл.

4. Найбільш оптимальними варіантами густоти стояння рослин кукурудзи різних груп стиглості є 50–60 тисяч рослин на гектар, адже це пояснюється максимальними біометричними показниками рослин та максимальною врожайністю зерна 4,92–7,02 т/га та 5,12–6,77 т/га відповідно. Тому, в умовах Північного Степу України слід висівати середньостиглі гібриди кукурудзи за густоти стояння рослин 50 тис. га і внесенні N₃₀₋₆₀P₃₀₋₆₀K₃₀₋₆₀, зокрема ДМС 30150, що забезпечує формування максимальної урожайності зерна на рівні 6,93–7,02 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. 5-ге вид., виправ., доповн. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.

2. Циліорик О.І. Система мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу: монографія. Львів: Новий Світ–2000, 2019. 298 с.

3. Циліорик О.І. Сучасні системи мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу: монографія. Одеса: Олді Плюс+, 2023. 344 с. : 12 рис., 71 табл., 458 бібліогр.

4. Камінський В. Ф. та ін. Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур. Київ: Видавничий дім «Вініченко». 2017. 580 с.

5. Tkalich, Y. I., Kokhan, A. V., Yevtushenko, H. O., Gonzalez, P. H. Efficacy of growth regulators for maize fields. *Agrology*. 2023. №6(4). P. 97–103.
6. Izhboldin, O.O., Sologub, I.M. Efficiency of growth regulators in corn crops of the Northern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*, 2023. №26(10). 59–67.
7. Циліорик О.І., Сологуб І.М. Регулятори росту в посівах кукурудзи Північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. №132. 237–248.
8. Циліорик О.І., Сологуб І.М. Ефективність стимуляторів росту рослин на кукурудзі в Північному Степу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. №130. 259–268.
9. Kutsenko O., Liashenko V., & Keda L. Growth, development, and formation of corn hybrids' plants of different ripening groups depending on plant stand density. *Scientific Progress & Innovations*. 26 (4), 29–35. doi: 10.31210/spi2023.26.04.06
10. Bahatchenko V. V., Tahantsova M. M., & Stefkivska Y. L. Вплив густоти стояння рослин кукурудзи на насінневу продуктивність батьківських компонентів гібридів *Zea mays* L. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. (26), 56–66. <https://doi.org/10.47414/np.26.2018.211195>
11. Циков В.С. Кукуруза: технологія, гібриди, насіння. Дніпропетровськ: Зоря, 2003. 296.
12. Пашенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О.Ю. Адаптивні і ресурсозбежні технології вирощування гібридів кукурудзи: монографія. Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2009. 225.
13. Маслійов С.В. Вплив густоти рослин на урожайність кременистої кукурудзи в умовах східної частини Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. №3. 11–14.
14. Югенхеймер Р.У. Кукурудза: покращення сортів, виробництво насіння, використання. Переклад з англійської під ред. Шмарасва Г.Е., М: Колос, 1979. 519.
15. Асанішвілі Н. М. Оптимізація мінерального живлення гібридів кукурудзи на основі рослинної діагностики. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Т. 11. №3. 22. URL: <http://dx.doi.org/10.31548/agr>
16. Balawejder M., Szostek M., Gorzelany J., Antos P., Witek G., Matłok N. A. Study on the potential fertilization effects of microgranule fertilizer based on the protein and calcined bones in maize cultivation. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, №4, 1343. doi: 10.3390/su12041343
17. Drulis P., Kriauciuniene Z., Liakas V. The influence of different nitrogen fertilizer rates, urease inhibitors and biological preparations on maize grain yield and yield structure elements. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. P. 741. doi: 10.3390/agronomy12030741
18. Говенько Р. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування елементів структури врожаю гібридів кукурудзи. *Агробіологія*. 2022. № 2 (174). 68–78.
19. Говенько Р. В., Антал Т. В. Продуктивність кукурудзи залежно від виду азотних добрив, позакореневого підживлення та погодних умов. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 15. 22–29.
20. Kalenska S, Kashtanova O., Kalenskyi V., Hovenko R., Antal T. Economic and energy efficiency of technologies for growing corn hybrids depending on the type and methods of applying fertilizers. *Plant and Soil Science*. 2022. № 1. 1–13.
21. Волощук О. П., Стасів О. Ф., Волощук І. С., Глива В. В., Пащак М. О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у Західному Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (I). 51–65. DOI: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-4
22. Palamarchuk V., Krychkovskiy V., Honcharuk I., Telekalo N. The modeling of the production process of high-starch corn hybrids of different maturity groups. *European Journal of Sustainable Development*. 2021. Vol. 10. № 1. P. 584–598. Doi: 10.14207/ejsd.2021.v10n1p584 URL: <http://ecsdev.org/ojs/index.php/ejsd/article/view/1193/1176>
23. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А. Методика польового досліджу: навчальний посібник, Одеса: Олді Плюс+, 2024. 448.