

АНОТАЦІЯ

Іванишин О.С. **Продуктивність різностиглих гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення в умовах Західного Лісостепу** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія. – Подільський державний аграрно-технічний університет Міністерства освіти і науки України, Інститут зрошувального землеробства НААН України, Херсон, 2021.

Кукурудза – одна з найдавніших сільськогосподарських культур, а сьогодні вона є найбільш урожайною. Культура має надзвичайно широке застосування. Насамперед – цінні корми для тварин та харчові продукти для людей. Аграрний сектор світової економіки в останні роки все більше уваги приділяє вирощуванню кукурудзи, площі якої становлять 20% у структурі посівних площ та забезпечує понад 30% валового збору зерна. В результаті цього, дана культура займає одну з лідируючих позицій серед інших сільськогосподарських культур. Останім часом ми спостерігаємо тенденцію до зміни погодно-кліматичних умов, тому технології вирощування кукурудзи в умовах зони потребують удосконалення. Актуальними є питання застосування макро- та мікродобрив, зокрема, доз їх застосування. Важливим аспектом є підбір гібриду за групою стиглості та продуктивністю в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах вирощування.

Метою наших досліджень було удосконалити агротехнічні заходи технології вирощування різностиглих гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу.

Дослідження виконувались впродовж 2018–2020 років в умовах «Корпорації Колос ВС» Борщівського району Тернопільської області с. Більче-Золоте (філіал кафедр факультету агротехнологій і природокористування).

Уперше для умов Західного Лісостепу встановлено зміни росту й розвитку рослин кукурудзи різних груп стиглості за рахунок доз мінеральних

добрив та мікродобрива; досліджено особливості формування фотосинтетичного потенціалу рослин кукурудзи залежно від елементів технології вирощування; описано параметри лінійного росту рослин кукурудзи залежно від факторів, що ставились на експериментальне дослідження; встановлено динаміку накопичення сухої надземної маси рослин у розрізі варіантів; обґрунтовано формування урожайності та якості рослинної сировини залежно від впливу факторів інтенсифікації; проведено біоенергетичну та економічну оцінку технології вирощування досліджуваних гібридів кукурудзи.

Удосконалено елементи технології вирощування гібридів кукурудзи середньоранньої та середньостиглої груп стиглості. Набули подальшого розвитку наукові положення щодо формування високоякісного врожаю кукурудзи різних груп стиглості в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

В трифакторному польовому досліді вивчали продуктивність гібридів різностиглих гібридів кукурудзи залежно від норм добрив та мікродобрива в умовах Західного Лісостепу.

Встановлено, що тривалість міжфазних і вегетаційного періодів кукурудзи змінювалась на 1–3 доби залежно від застосування добрив, зокрема на більш високих фонах – 250 та 300 кг/га. Мікродобриво не змінювало перебіг фаз росту і розвитку рослин за тривалістю. Найбільшу різницю відмічено у розрізі гібридів, тривалість вегетаційного періоду у середньоранніх гібридів: КВС 2323 та КВС Кумпан була в межах 110–115 діб, а у гібридів середньостиглої групи – 115–119 діб.

При визначенні площі листкового апарату кукурудзи у розрізі фаз, встановлено позитивну динаміку її збільшення до фази цвітіння і зниження показника у фазах молочної та воскової стиглості. У фазі 11 листків площа асиміляційного апарату кукурудзи стрімко зростала і становила 16,4–24,0 тис.м²/га. До фази цвітіння площа листкової поверхні кукурудзи на одиниці площі досягла свого оптимуму, значення коливались в межах 20,7–29,3 тис.м²/га. Гібрид був найбільш впливовим чинником, його доля впливу

становила 73%, дози NPK (фактор В) впливали на 20% і найменше – на 6% впливали дози мікродобрив (фактор С).

Зафіксовано, що максимальний фотосинтетичний потенціал посівів був у гібриду кукурудзи середньоранньої групи КВС 2323 та середньостиглої групи КВС 381 – 1518,4–1539,2 тис.м² × діб/га за доз добрив 250 та 300 кг/га із підживленням мікродобривом «Урожай зерно» дозами 2 та 3 л/га посіву.

В результаті проведення біометричного аналізу виявлено, що найбільш високорослий гібрид у наших дослідках – КВС 381. Висота рослин цього гібриду у розрізі варіантів коливалась в межах 274,3–294,5 см. Досліджувані гібриди характеризувались значною висотою кріплення качана, а саме на контрольних варіантах у гібридів: КВС 2323 – 95,2 см, КВС Кумпан – 121,1 см, КВС 381 – 112,1, КВС 4484 – 110,1 см. Максимальні показники кількості рядів зерен 16,8–16,9 шт і кількості зерен в ряді 39,2 та 39,1 шт була на варіантах дози добрив 300 кг/га та мікродобрива 2 і 3 л/га. За даними регресійного аналізу між біометричними показниками гібридів кукурудзи та досліджуваними чинниками виявлено середні та сильні кореляційні зв'язки від 0,44 до 0,91, за виключенням зв'язку між дозою мікродобрива та висотою рослин ($r=0,27$).

Доведено, що починаючи з фази молочної стиглості зерна і до фізіологічної стиглості спостерігалась суттєва робіжність за показниками накопичення сухої надземної маси рослин у розрізі гібридів. У фазі молочної стиглості залежно від досліджуваних факторів показник коливався від 15,63 до 17,5 т/га, а у фазу фізіологічної стиглості – від 17,3 до 20,7 т/га. Максимальні показники отримано у гібридів: КВС 381 та КВС 4484 – в межах 20,68–20,72 т/га при підвищених дозах добрив – 250 та 300 кг/га та дозах мікродобрива – 2 і 3 л/га.

Обліки показали, що стебловим метеликом пошкоджувались усі досліджувані гібриди кукурудзи, відсоток їх ураження становив в межах 4,5–7,3. Гібриди КВС 2323 та КВС 381 взагалі не уражувались пухирчастою сажкою, а гібриди КВС Кумпан і КВС 4484 мали незначний відсоток

ураження, відповідно 1,9 та 1,2.

Доведено, що урожайність зерна кукурудзи значно коливалась у розрізі років, найменш урожайним для всіх досліджуваних гібридів був 2020 рік і максимально продуктивним – 2018 рік. Різниця в урожайності в умовах вказаних років становила 0,4–1,7 т/га залежно від гібриду та доз удобрення. Встановлено істотну різницю за урожайністю між досліджуваними гібридами за критерієм Дункана, середньофакторіальні значення були наступними у гібридів: КВС Кумпан 7,76 т/га, КВС 4484 – 7,97, КВС 381 – 10,31 та КВС 2323 – 10,7 т/га. За фактором В (доза внесення добрив), середньофакторіальні значення знаходились в діапазоні 8,9–9,43 т/га, варіанти розподілено за різними гомогенними групами, що свідчить про достовірність різниці між ними. Вплив норм застосування мікродобрива «Урожай зерно» відбувався наступним чином: без мікродобрива та варіант з дозою 1 л/га були в одній гомогенній групі, що свідчить про недоцільність використання такої норми, проте варіанти з нормами застосування мікродобрив 2 та 3 л/га мали безпосередній вплив на урожайність зерна, ці варіанти знаходились в іншій гомогенній групі, але істотно різнилися від контролю. Оптимальну урожайність в середньому за роки досліджень отримано у середньораннього гібриду КВС 2323 та середньостиглого КВС 381 відповідно: 11,1–11,2 та 10,5–10,7 т/га на варіантах з дозою макро добрив 250 кг/га та мікродобрива 3 л/га, а також макро добрива 300 кг/га та мікродобрива 2 і 3 л/га.

Дослідженнями встановлено, що на всіх чотирьох гібридах спостерігалась аналогічна тенденція щодо впливу удобрення на масу 1000 зерен кукурудзи. Оптимальні показники отримано при підвищених дозах добрив – 250 та 300 кг/га та дозах мікродобрива – 2 і 3 л/га. Маса 1000 зерен на вказаних варіантах становила відповідно у гібридів: КВС 2323 – 367,5–367,6 грам, КВС Кумпан – 252,3–256,2, КВС 381 – 359,9– 361,5, КВС 4484 – 262,6–262,7 грам. Оптимальною масою 1000 зерен характеризувались гібриди КВС 2323 та КВС 381.

В результаті проведених аналізів хімічного складу зерна, виявлено, що оптимальні значення вмісту білка у гібридів кукурудзи були на варіантах доз добрив 250 та 300 кг/га і доз мікродобрива 2 та 3 л/га, показники склали: КВС 2323 – 9,5–9,6%, КВС Кумпан – 9,3–9,4%, КВС 381 – 9,4–9,5%, КВС 4484 – 9,9–10,0%. При визначенні вмісту крохмалю найбільшу реакцію на підвищення норм добрив і мікродобрив виявив гібрид КВС 4484, показник на варіантах добрив 250 та 300 кг/га і мікродобрива 2 і 3 л/га становив 77,5–78%, що на 1,1–1,6% перевищувало контроль. Всі варіанти середньостиглої групи за вмістом крохмалю перевищували гібриди середньоранньої групи.

Розрахунки економічної ефективності свідчать про те, що максимальний рівень рентабельності 281% був у середньораннього гібриду КВС 2323 за дози добрив 250 кг/га і мікродобрива 3 л/га, а також при вирощуванні середньостиглого гібриду КВС 381 – 264% при застосуванні добрив дозою 200 кг/га і мікродобрива – 2 л/га. Мінімальний рівень рентабельності 161% був у гібриду КВС Кумпан при застосуванні добрива дозою 150 кг/га без підживлення мікродобривом, проте рівень рентабельності свідчить, що за рівня урожайності 7,5 т/га і витратах на вирощування 20400 грн/га це досить високий рівень рентабельності.

Розрахунки енергетичної ефективності вирощування різностиглих гібридів кукурудзи показали, що найбільший прихід енергії 16200–16959 МДж/га отримано у гібриду середньоранньої групи КВС 2323 та середньостиглої групи КВС 381. На варіантах з дозами макродобрив 250 і 300 кг/га і мікродобрив 2 та 3 л/га отримано оптимальний енергетичний коефіцієнт, у гібриду КВС 2323 – в межах 2,23–2,24 МДж/га та у гібриду КВС 381 – 2,08–2,1 МДж/га, що перевищувало контроль на 0,1–0,2 МДж/га.

Враховуючи економічну оцінку вирощування гібридів кукурудзи за різних фонів удобрення, рекомендовано в умовах Західного Лісостепу висівати середньоранній гібрид КВС 2323 із застосуванням норми діаміафоски 200 кг/га та мікродобрива «Урожай зерно» 2 л/га та середньостиглий гібрид КВС 381 при удобренні комплексним добривом нормою 250–300 кг/га та

мікродобрива 3 л/га, урожайність на цих варіантах становила 10,5–10,7 т/га, рівень рентабельності – 160–174%.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, доза добрива, доза мікродобрива, урожайність, якість зерна.

Abstract

Ivanyshyn O.S. Productivity of different-ripening hybrids of maize depending on the fertilizer system in the conditions of the Western Forest-Steppe. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy on the specialty 201 - Agronomy. – State Agrarian and Engineering University in Podilia, Institute of Irrigated Agriculture of NAAS of Ukraine, Kherson, 2021.

Maize is one of the oldest crops, and today it is the most productive. Culture has an extremely wide application. First of all it is valuable animal feed and food for humans. In recent years, the agricultural sector of the world economy has been paying more and more attention to the cultivation of maize, the area of which is 20% in the structure of arable land and provides more than 30% of the gross grain harvest. As a result, this crop occupies a leading position among other crops. Recently, we have seen a tendency to change weather and climatic conditions, so the technology of growing maize in the zone needs improvement. The issues of application of macro- and microfertilizers, in particular, the norms of their application are relevant. An important aspect is the selection of maize hybrids by ripeness group and productivity in specific soil and climatic conditions of cultivation.

The aim of our research was to improve the agronomic measures of the growing technology of differently ripe maize hybrids in the Western Forest-Steppe.

The research was performed during 2018–2020 in the conditions of «Kolos VS Corporation» of Borshchiv district of Ternopil region, Bilche-Zolote village (branch of the departments of Agrotechnology and Nature Management Faculty).

For the first time for the conditions of the Western Forest-Steppe changes of growth and development of maize plants of different ripeness groups depending on

norms of mineral fertilizers and microfertilizers are established; formation features of photosynthetic potential of maize plants depending on elements of cultivation technology are investigated; the parameters of linear growth of maize plants depending on the organized factors are described; the dynamics of accumulation of dry aboveground mass of plants in the variants context is established; the formation of yield and quality of plant raw materials depending on the influence of intensification factors is substantiated; a bioenergy and economic evaluation of the growing technology the studied maize hybrids was carried out.

The elements of the growing technology of maize hybrids of medium-early and medium-ripe groups of ripeness have been improved. Scientific provisions for the formation of high-quality maize harvest of different ripeness groups in specific soil and climatic conditions have been further developed.

In a three-factor field experiment, the productivity of hybrids of different-ripe maize hybrids depending on the norms of fertilizers and microfertilizers in the Western Forest-Steppe was studied.

It was found that the duration of interphase and vegetation periods of maize varied by 1–3 days depending on the application of fertilizers, in particular on higher backgrounds - 250 and 300 kg / ha. The microfertilizer did not change the course of phases of growth and development of plants in duration. The largest difference was observed in the section of hybrids, the duration of the growing season in medium-early hybrids: KVS 2323 and KVS Kumpan was in the range of 110-115 days, and in hybrids of the medium-ripe group -115-119 days.

When determining the area of the maize leaf apparatus in terms of phases, the positive dynamics of its increase to the flowering phase and decrease in the phases of milk and wax ripeness was set. In the phase of 11 leaves, the area of the assimilation apparatus of maize increased rapidly and amounted to 16.4–24.0 thousand m² / ha. Before the flowering phase, the leaf surface area of maize per unit area reached its optimum, the values ranged from 20.7 to 29.3 thousand m² / ha. The hybrid was the most influential factor, its share of exposure was 73%, doses of NPK

(factor B) affected by 20% and the least - 6% were affected by doses of microfertilizers (factor C).

It was recorded that the maximum photosynthetic potential of crops was in the maize hybrid of medium-early group KVS 2323 and medium-ripe group KVS 381 - 1518.4-1539.2 thousand $m^2 \times \text{days} / \text{ha}$ on the background of fertilizers 250 and 300 kg / ha with fertilization microfertilizer «Grain harvest» by the norms of 2 and 3 l / ha of sowing.

As a result of biometric analysis, it was found that the tallest hybrid in our experiments was KVS 381. The height of plants of this hybrid in terms of variants ranged from 274.3 to 294.5 cm. The studied hybrids were characterized by a significant height of cob attachment, namely in the control variants of hybrids: KVS 2323 - 95.2 cm, KVS Kumpan - 121.1 cm, KVS 381 - 112.1, KVS 4484 - 110.1 cm. Maximum indicators of the number of grain rows 16.8-16.9 pieces and the number of grains in a number of 39.2 and 39.1 pieces was on the variants of the fertilizers dose of 300 kg / ha and microfertilizers 2 and 3 l / ha. According to the regression analysis between the biometric parameters of maize hybrids and the studied factors, medium and strong correlations were found from 0.44 to 0.91, except for the relationship between the dose of microfertilizer and plant height ($r = 0.27$).

It is proved that starting from the phase of milk ripeness of grain and to physiological ripeness there was a significant divergence in terms of accumulation of dry aboveground mass of plants in terms of hybrids. In the phase of milk ripeness, depending on the studied factors, the indicator ranged from 15.63 to 17.5 t / ha, and in the phase of physiological ripeness - from 17.3 to 20.7 t / ha. The maximum values were obtained for hybrids: KVS 381 and KVS 4484 - in the range of 20.68–20.72 t / ha at increased doses of fertilizers - 250 and 300 kg / ha and doses of microfertilizers - 2 and 3 l / ha.

The calculations showed that the stem butterfly damaged all the studied maize hybrids, the percentage of their damage was in the range of 4.5–7.3. Hybrids KVS 2323 and KVS 381 were not affected at all by vesicular smut, and hybrids KVS Kumpan and KVS 4484 had a small percentage of damage, respectively 1.9 and 1.2.

It is proved that the grain yield of maize fluctuated significantly in the context of years, the least productive for all studied hybrids was 2020 and the most productive - 2018. The difference in yield in the conditions of these years was 0.4–1.7 t / ha depending on the hybrid and fertilizer rates. There was a significant difference in yield between the studied hybrids by Duncan's test, the average factor values were as follows for hybrids: KVS Kumpan 7.76 t / ha, KVS 4484 - 7.97, KVS 381 - 10.31 and KVS 2323 - 10.7 t / ha. According to factor B (fertilizer application rate), the average factor values were in the range of 8.9–9.43 t / ha, the variants were distributed among different homogeneous groups, which indicates the significance of the difference between them. The effect of application rates of microfertilizer «Grain harvest» was as follows: without microfertilizer and variant with a rate of 1 l / ha were in the same homogeneous group, which indicates the inexpediency of using such a rate, but variants with rates of application of microfertilizers 2 and 3 l / ha had direct influence on grain yield, these variants were in another homogeneous group, but significantly different from the control. The optimal yield on average over the years of research was obtained in medium-early hybrid KVS 2323 and medium-ripe KVS 381, respectively: 11.1–11.2 and 10.5–10.7 t / ha on variants with a dose of macrofertilizers 250 kg / ha and microfertilizers 3 l / ha, as well as macrofertilizers 300 kg / ha and microfertilizers 2 and 3 l / ha.

Studies have shown that all four hybrids showed a similar trend in the effect of fertilizer on the weight of 1000 grains of maize. Optimal indicators were obtained at increased doses of fertilizers - 250 and 300 kg / ha and doses of microfertilizers - 2 and 3 l / ha. The weight of 1000 grains in these variants of hybrids was: KVS 2323 - 367.5-367.6 grams, KVS Kumpan - 252.3-256.2, KVS 381 - 359.9-361.5, KVS 4484 - 262, 6–262.7 grams. Hybrids KVS 2323 and KVS 381 were characterized by the optimal weight of 1000 grains.

As a result of analyzes of the chemical composition, it was found that the optimal values of protein content in maize hybrids were on the variants of fertilizer doses of 250 and 300 kg / ha and doses of microfertilizers 2 and 3 l / ha, the indicators were: KVS 2323 - 9.5-9.6%, KVS Kumpan - 9.3–9.4%, KVS 381 - 9.4–9.5%, KVS

4484 - 9.9–10.0%. When determining the starch content, the greatest reaction to the increase in the rates of fertilizers and microfertilizers was found by the hybrid KVS 4484, the indicator on the variants of fertilizers 250 and 300 kg / ha and microfertilizers 2 and 3 l / ha was 77.5-78%, which is 1.1-1.6% exceeded control. All variants of the middle-ripe group in terms of starch content exceeded the hybrids of the middle-early group.

Calculations of economic efficiency show that the maximum level of profitability was 281% in the medium-early hybrid KVS 2323 at a dose of fertilizer 250 kg / ha and microfertilizer 3 l / ha, as well as in the cultivation of medium-ripe hybrid KVS 381 - 264% at a dose of 200 kg / ha and microfertilizers - 2 l / ha. The minimum level of profitability was 161% in the hybrid KVS Kumpan when applying fertilizer at a dose of 150 kg / ha without micronutrient fertilization, but the level of profitability indicates that with a yield of 7.5 t / ha and growing costs of 20,400 UAH / ha is a fairly high level of profitability .

Calculations of energy efficiency of growing different-ripening maize hybrids showed that the highest energy yield of 16200–16959 MJ / ha was obtained in a hybrid of medium-early group KVS 2323 and medium-ripe group KVS 381. On variants with doses of macrofertilizers 250 and 300 kg / ha and microfertilizers 2 and 3 ha, the optimal energy coefficient was obtained, in the hybrid KVS 2323 - in the range of 2.23–2.24 MJ / ha and in the hybrid KVS 381 - 2.08–2.1 MJ / ha, which exceeded the control by 0.1–0, 2 MJ / ha.

Given the economic assessment of growing maize hybrids under different fertilizer backgrounds, in the Western Forest-Steppe it is recommended to sow medium-early hybrid KVS 2323 using diamophos rate of 200 kg / ha and microfertilizer «Yield grain» 2 l / ha and medium-ripe hybrid KVS 381 when fertilized with fertilizer complex at a rate of 250-300 kg / ha and microfertilizers 3 l / ha, the yield on these variants was 10.5–10.7 t / ha, the level of profitability was 160–174%.

Key words: *maize, hybrid, fertilizer rate, microfertilizer rate, yield, grain quality.*