

## АНОТАЦІЯ

Поляков В.І. Удосконалення технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія (20 Аграрні науки та продовольство). Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, 2021.

В сучасних умовах аграрного виробництва надзвичайно важливого значення набуває створення зональної технології вирощування кукурудзи. Ця технологія повинна базуватися на доборі гібридів, способу і строку сівби, фону живлення, норми висіву, глибини загортання насіння, догляді за посівами.

Ґрунтово-кліматичні умови України загалом та Правобережного Лісостепу України зокрема сприятливі для успішного вирощування кукурудзи різних груп стиглості. Однак використання ранньостиглих гібридів призводить до недобору урожаю зерна, а вирощування пізньостиглих до додаткових витрат на післязбиральну доробку отриманого врожаю. Також сучасні технології вирощування кукурудзи недосконалі, оскільки передбачають використання дорогих мінеральних добрив для забезпечення потреб рослин в елементах живлення.

У зв'язку з цим актуальності набуває вирощування сучасних гібридів кукурудзи за оптимізації її густоти та систем удобрення. Адже для отримання високих урожаїв зерна важливо не тільки використовувати сучасні гібриди, а й реалізовувати їх біологічний потенціал шляхом створення оптимальних посівів з максимальними показниками фотосинтетичної активності та забезпечення потреб рослин впродовж вегетаційного періоду в основних елементах живлення. Лише за комплексного вирішення питання з застосування сучасних органічних та органо-мінеральних систем удобрення та адаптування густоти рослин під біологічні потреби рослин можлива

максимальна реалізація потенціалу сучасних гібридів кукурудзи. А отже, вивчення цих та інших питань умов Лісостепу України є досить актуальним.

Уперше в умовах Правобережної частини Лісостепу України дано комплексну оцінку та встановлено особливості формування врожаю кукурудзи ранньостиглих, середньоранніх та середньостиглих гібридів залежно від умов вирощування та комплексного застосування добрив й різних варіантів густоти рослин.

Удосконалено технологію вирощування кукурудзи в умовах Правобережної частини Лісостепу України шляхом впровадження нових гібридів, оптимізації густоти рослин й застосування добрив.

Дістали подальшого розвитку питання дослідження закономірностей росту та розвитку гібридів кукурудзи, особливостей формування листкової поверхні, визначення біоенергетичної та економічної ефективності вирощування.

На основі проведених польових досліджень та виробничої перевірки кращих варіантів створено науково обґрунтовану систему застосування добрив та формування щільності посівів за рахунок підбору густоти рослин за вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Оптимальні варіанти застосування добрив ( $N_{120}P_{60}K_{20} + 3,5$  т Organic compost) та густота посівів на час збирання 65 тис. шт./га забезпечують отримання у гібрида кукурудзи ДН САРМАТ рівня прибутку – 56921 грн/га та коефіцієнт енергетичної ефективності виявився – 5,37.

Кращі з досліджених варіантів, за рахунок поєднання елементів технології вирощування, впроваджено у виробництво. Вони не тільки сприяють збільшенню урожайності кукурудзи а й формуванню бездефіцитного балансу елементів живлення в ґрунті.

У період активної вегетації рослин кукурудзи – червень запаси вологи в 0-20 см шарі ґрунту зменшуються до рівня незадовільних і в цей час рослини відчувають нестачу вологи. Хоча, як показують результати визначення запасів вологи в 0-100 см шарі ґрунту рослини починають активно

засвоювати її і загалом з хороших запасів в третій декаді травня відбувається різкий перехід до задовільних запасів вологи в першій декаді червня та до поганих в другій та третій декаді червня.

У липні збереглися тенденції червня – запаси вологи в шарі ґрунту 0-20 см перебували на рівні незадовільних і лише в третій декаді липня за рахунок дощів відновилися до рівня задовільних – 25,0 мм. А от запаси вологи в 0-100 см шарі ґрунту були доволі незначними та їх можна віднести до рівня дуже поганих.

У серпні в шарі ґрунту 0-20 см залишилось лише 10-13,0 мм вологи, що вкрай негативно позначалось на рості та розвитку рослин кукурудзи особливо пізніх груп стиглості, в яких активний ріс припадав на липень-серпень а не на червень-липень. Також в цей період незначними та дуже поганими були запаси вологи в 0-100 см шарі ґрунту.

Проведені нами дослідження показують що посіви кукурудзи в умовах нестійкого зволоження Правобережної частини Лісостепу України мали транспіраційний коефіцієнт що змінювався від 254 до 325 м<sup>3</sup>/т.

Визначення лабораторної схожості насіння досліджуваних гібридів кукурудзи засвідчило їх високі посівні якості та спостерігались лише незначні відмінності. Так, в середньому за роки досліджень лабораторна схожість гібриду ДН ПИВИХА становила 93,6 %, в гібриду кукурудзи ДН ОРЛИК 94,2 %, а в гібриду ДН САРМАТ відповідно 93,9 %.

При переході кукурудзи від вегетативного до генеративного росту нами були зафіксовані особливості в тривалості фенофаз. Так, поява волоті в гібридів ДН ОРЛИК та ДН САРМАТ за густоти посівів 75 тис. шт./га в середньому за роки досліджень затримувалась на одну добу порівняно з іншими варіантами густот. Очевидно що загущені посіви дещо уповільнювали генеративний ріст рослин, хоча відмітити це як негативну особливість ми не можемо.

Тривалість настання фаз цвітіння волоті та цвітіння качана кукурудзи була доволі короткою та повністю визначалась біологічними особливостями досліджуваних гібридів.

Досліджено, що на ранніх етапах вегетації рослини кукурудзи мали доволі незначну висоту. Так, встановлено що на час повних сходів в середньому по досліді 5,0 см. Відмінності в висоті рослин між різними варіантами досліді здебільшого перебували в межах похибки досліді. А от систематично більшими були рослини гібридів ДН ОРЛИК та ДН САРМАТ порівняно з середніми значеннями.

Ранньостиглий гібрид ДН ПИВИХА та середньоранній ДН ОРЛИК незначно відрізняються за висотою, тоді як середньостиглий гібрид ДН САРМАТ уже з фази цвітіння качанів має більшу висоту рослин.

У гібриду ДН ПИВИХА максимальні параметри площі листків за густоти рослин 75 тис. шт./га склали 31,16 тис м<sup>2</sup>, а кращим був варіант застосування мінеральної системи удобрення – 32,53 тис м<sup>2</sup>. Аналогічно в гібриду ДН ОРЛИК середня площа листків за густоти рослин була 30,50 тис м<sup>2</sup>, та за мінерального удобрення – 31,84 тис м<sup>2</sup>. На відміну від більш ранньостиглих та менш високорослих гібридів в середньостиглого ДН САРМАТ максимальні параметри площі листя нами були спостережені за густоти рослин в 65 тис. шт./га – 28,46 тис м<sup>2</sup>, хоча за густоти в 75 тис. шт./га рослини формували не набагато менше листя – 28,16 тис м<sup>2</sup>. Аналогічно максимальні значення площі листків були отримані за застосування мінеральної системи удобрення.

Фотосинтетичний показник більш точно відображає особливості формування та зміни фотосинтетично активної поверхні листків у досліджуваних гібридів кукурудзи залежно від міжфазних періодів.

Встановлено, що закономірності повільного росту рослин кукурудзи в міжфазний період повні сходи – формування 7-ми листків знайшли відображення і в даних чистої продуктивності, та в середньому по досліді накопичувалось 1,43 г м<sup>2</sup> за добу сухої речовини. А в міжфазний період 7

листоків – 15 листків відповідно значно зросли показники чистої продуктивності фотосинтезу до рівня 15,94 г м<sup>2</sup> за добу сухої речовини.

Сумарний максимальний виніс азоту був на варіанті застосування орґано-мінеральної системи удобрення і густоти рослин 75 тис. шт./га у гібридів ДН ПИВИХА та ДН ОРЛИК та густоти 65 тис. шт./га в гібриду ДН САРМАТ.

Встановлено, що вегетативна частина рослин кукурудзи накопичувала 29,1 кг/га фосфору, а от в зерні його було набагато більше – 58,4 кг/га.

Максимальні значення виходу зерен з качанів забезпечували орґано-мінеральна та орґанічні системи удобрення кукурудзи за передзбиральної густоти гібридів в 65 тис. шт./га.

Кращі показники урожайності в досліджуваного ранньостиглого гібриду ДН ПИВИХА та середньораннього ДН ОРЛИК було отримано за передзбиральної густоти рослин в 75 тис. шт./га, а от для середньостиглого гібриду кукурудзи ДН САРМАТ з ФАО 380 оптимальними були параметри передзбиральної густоти в 65 тис. шт./га.

Досліджено, що найвищий рівень урожайності в досліді отримано за вирощування середньостиглого гібриду кукурудзи ДН САРМАТ з ФАО 380 за передзбиральної густоти 65 тис. шт./га та застосування комбінованої орґано-мінеральної системи удобрення (N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>20</sub>+ 3,5 т Organic compost) – 12,36 т/га.

Застосування мінеральної системи удобрення сприяло незначному зростанню вміст протеїну в зерні кукурудзи. А от максимальний вміст крохмалю отримано за передзбиральної густоти рослин 55 тис. шт./га та удобрення орґанічним добривом Organic compost, 7 т/га, відповідно 73,40 % (ДН ПИВИХА), 74,20 % (ДН ОРЛИК) та 73,05% (ДН САРМАТ).

Встановлено, що максимальний рівень прибутку в досліді – 56921 грн/га отримано за вирощування гібриду ДН САРМАТ на варіанті застосування комбінованого орґано-мінерального удобрення (N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>20</sub>+ 3,5 т Organic compost) за рослин густоти на час збирання 65 тис. шт./га.

Досліджено, що застосування повного мінерального удобрення кукурудзи доволі енергозатратно, тому кращими з точки зору балансу енергії виявились варіанти впровадження органічних систем удобрення. Кращий в досліді коефіцієнт енергетичної ефективності виявився за вирощування гібриду кукурудзи ДН САРМАТ за удобрення Organic compost, 7 т/га та густоти рослин на час збирання 65 тис. шт./га – 5,37.

**Ключові слова:** гібриди, орґано-мінеральна система удобрення, водоспоживання, фотосинтетична продуктивність, врожайність, біоенергетична продуктивність.

## SUMMARY

Polyakov V. Improvement of technology of corn hybrids cultivation in the conditions of the Right - bank Forest - steppe of Ukraine. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 Agronomy (20 Agricultural Sciences and Food). – Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, 2021.

In modern conditions of agricultural production, the creation of zonal technology of corn cultivation becomes extremely important. This technology should be based on the selection of hybrids, method and timing of sowing, feeding background, seeding rates, seed wrapping depth, crop care.

Soil and climatic conditions of Ukraine in general and the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine in particular are favorable for the successful cultivation of corn of different maturity groups. However, the use of early-ripening hybrids leads to a shortage of grain yield, and the cultivation of late-ripening to additional costs for post-harvest processing of the harvest. Also, modern technologies for growing corn are imperfect, as they involve the use of expensive mineral fertilizers to meet the needs of plants in nutrients.

Therefore, the cultivation of modern maize hybrids with the optimization of its density and fertilization systems is becoming more important. After all, to

obtain high grain yields, it is important not only to use modern hybrids, but also to realize their biological potential by creating optimal crops with maximum photosynthetic activity and meeting the needs of plants during the growing season in basic nutrients. Only with a comprehensive solution to the problem of using modern organic and organo-mineral fertilizer systems and adapting plant density to the biological needs of plants, the maximum realization of the potential of modern maize hybrids is possible. Therefore, the study of these and other issues of the Forest-Steppe conditions of Ukraine is quite relevant.

For the first time in the conditions of the Right Bank part of the Forest-Steppe of Ukraine the complex assessment and features of formation of corn harvest of early-ripening, middle-early and medium-ripe hybrids depending on growing conditions and complex application of fertilizers and different variants of plant density are given.

The technology of corn cultivation in the conditions of the Right Bank part of the Forest-Steppe of Ukraine has been improved by introducing new hybrids, optimizing plant density and applying fertilizers.

The issues of studying the patterns of growth and development of maize hybrids, features of leaf surface formation, determination of bioenergy and economic efficiency of cultivation were further developed.

On the basis of the conducted field researches and industrial check of the best variants the scientifically proved system of application of fertilizers and formation of density of crops at the expense of selection of density of plants for cultivation of hybrids of corn of different groups of maturity is created. Optimal fertilizer application options (N120P60K20 + 3.5 t Organic compost) and crop density at the time of harvesting 65 thousand units / ha ensure that the DN SARMAT maize hybrid has a profit level of UAH 56,921/ha and an energy efficiency coefficient of 5.37.

The best of the studied options, due to a combination of elements of cultivation technology, introduced into production. They not only increase the yield of corn but also the formation of a deficit-free balance of nutrients in the soil.

During the period of active vegetation of corn plants - June moisture reserves in the 0-20 cm layer of soil are reduced to the level of unsatisfactory and at this time the plants experience a lack of moisture. Although, as shown by the results of determining moisture reserves in 0-100 cm soil layer, plants begin to actively absorb it and in general from good reserves in the third decade of May there is a sharp transition to satisfactory moisture reserves in the first decade of June and to bad in the second and third decade of June.

In July, the tendencies of June persisted - moisture reserves in the soil layer 0-20 cm were at the level of unsatisfactory and only in the third decade of July due to rains were restored to the level of satisfactory – 25.0 mm. But the moisture reserves in the 0-100 cm layer of soil were quite small and can be attributed to the level of very bad.

In August, only 10-13.0 mm of moisture remained in the soil layer 0-20 cm, which had an extremely negative effect on the growth and development of maize plants, especially in late maturity groups, in which active growth occurred in July-August and not in June-July. Also, during this period, moisture reserves in the 0-100 cm layer of soil were insignificant and very poor.

Our research shows that corn crops in conditions of unstable moisture of the Right Bank part of the Forest-Steppe of Ukraine had a transpiration coefficient that varied from 254 to 325 m<sup>3</sup>/t.

Determination of laboratory germination of seeds of the studied maize hybrids testified to their high sowing qualities and only insignificant differences were observed. Thus, on average over the years of research, the laboratory germination of the hybrid DN BEER was 93.6 %, in the hybrid corn DN ORLIK 94.2 %, and in the hybrid DN SARMAT, respectively, 93.9 %.

During the transition of maize from vegetative to generative growth, we recorded features in the duration of phenophases. Thus, the appearance of panicles in hybrids DN ORLYK and DN SARMAT at crop densities of 75 thousand units/ha on average over the years of research was delayed by one day compared to other variants of densities. It is obvious that the thickened crops somewhat slowed



down the generative growth of plants, although we cannot note this as a negative feature.

The duration of the phases of panicle flowering and corn cob flowering was quite short and was completely determined by the biological characteristics of the studied hybrids.

It was studied that in the early stages of the growing season corn plants had a rather insignificant height. Thus, it was found that at the time of full germination, the average experiment was 5.0 cm. The differences in plant height between different variants of the experiment were mostly within the error of the experiment. But the plants of hybrids DN ORLYK and DN SARMAT were systematically larger in comparison with the average values.

The early-ripening hybrid DN PIVYHA and the middle-early DN ORLYK differ slightly in height, while the medium-ripe hybrid DN SARMAT has a higher plant height from the flowering phase of cobs.

In the hybrid DN PIVYHA the maximum parameters of the leaf area at a plant density of 75 thousand pieces/ha amounted to 31.16 thousand m<sup>2</sup>, and the best option was to use a mineral fertilizer system - 32.53 thousand m<sup>2</sup>. Similarly, in the hybrid DN ORLYK the average area of leaves for plant densities was 30.50 thousand m<sup>2</sup>, and for mineral fertilizers - 31.84 thousand m<sup>2</sup>. In contrast to earlier and less tall hybrids in medium-ripe DN SARMAT, the maximum parameters of leaf area were observed for plant densities of 65 thousand units/ha - 28.46 thousand m<sup>2</sup>, although for densities of 75 thousand units/ha formed not much less leaves - 28.16 thousand m<sup>2</sup>. Similarly, the maximum values of leaf area were obtained using a mineral fertilizer system.

The photosynthetic index more accurately reflects the peculiarities of the formation and change of the photosynthetically active leaf surface in the studied maize hybrids depending on the interphase periods.

It is established that the regularities of slow growth of maize plants in the interphase period are full shoots - the formation of 7 leaves is reflected in the data of net productivity, and on average according to the experiment accumulated 1.43

g m<sup>2</sup> per day of dry matter. And in the interphase period of 7 leaves - 15 leaves, respectively, significantly increased the net productivity of photosynthesis to the level of 15.94 g m<sup>2</sup> per day of dry matter.

The total maximum nitrogen removal was on the variant of application of organo-mineral fertilizer system and plant density of 75 thousand units / ha in hybrids of DN PIVYHA and DN ORLYK and density of 65 thousand units / ha in hybrid of DN SARMAT.

It was found that the vegetative part of corn plants accumulated 29.1 kg/ha of phosphorus, but in grain it was much more - 58.4 kg/ha.

The maximum values of grain yield from cobs were provided by plow-mineral and organic systems of corn fertilizer at pre-harvest density of hybrids of 65 thousand units/ha.

The best yield indicators in the studied early-ripening hybrid DN PIVYHA and middle-early DN ORLYK were obtained at pre-harvest plant density of 75 thousand units/ha, but for medium-ripe hybrid of maize DN SARMAT with FAO 380, the parameters of pre-harvesting were optimal in 65 thousand units. /Ha.

It was investigated that the highest level of yield in the experiment was obtained for growing medium-ripe hybrid of maize DN SARMAT with FAO 380 at pre-harvest density of 65 thousand units / ha and the use of combined organo-mineral fertilizer system (N120P60K20 + 3.5 t Organic compost) - 12.36 t/ha.

The application of a mineral fertilizer system contributed to a slight increase in the protein content of corn grain. But the maximum starch content was obtained at the pre-harvest density of plants 55 thousand pieces / ha and fertilizer with organic fertilizer Organic compost, 7 t/ha, respectively 73.40% (DN PIVYHA), 74.20% (DN ORLYK) and 73, 05% (DN SARMAT).

It was found that the maximum level of profit in the experiment - 56921 UAH / ha obtained for growing a hybrid DN SARMAT on the application of combined organo-mineral fertilizer (N120P60K20 + 3.5 t Organic compost) for plants of density at the time of harvest 65 thousand units/ha.

It was investigated that the application of complete mineral fertilizer of corn is quite energy-intensive, so the best in terms of energy balance were options for the introduction of organic fertilizer systems. The best coefficient of energy efficiency in the experiment was found for the cultivation of maize hybrid DN SARMAT for fertilizer Organic compost, 7 t/ha and plant density at the time of harvest 65 thousand pieces/ha - 5.37.

**Key words:** hybrids, organo-mineral fertilizer system, water consumption, photosynthetic productivity, yield, bioenergy productivity.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Статті в наукових фахових виданнях України:*

1. Поляков В.І. Особливості формування якісних показників зерна кукурудзи залежно від комплексу елементів технології вирощування. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. 2020. № 2. С. 132–138.

2. Поляков В.І. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин та системи удобрення. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. Збірник наукових праць. 2020. Вип. 27 (41). URL: [http://www.ndipvt.com.ua/zbirnyk\\_2020\\_v2\\_22.html/](http://www.ndipvt.com.ua/zbirnyk_2020_v2_22.html/).

3. **Поляков В.І.**, Карпук Л.М. Фотосинтетична продуктивність кукурудзи залежно від агротехнологічних заходів. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Збірник наукових праць. 2020. Вип. 28. С. 209–221 (60 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

4. **V.I. Polyakov**, L.M. Karpuk, I.D. Prymak, A.A. Pavlichenko, V.M. Karaulna, L.V. Yezerkovksa, R.M. Kulyk, S.S. Shokh (2021). Influence of seeding density and fertilizing on water consumption, growth and development of maize hybrids. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11(1). P. 32–37. DOI: 10.15421/2020\_305. (40 %, проведення експериментальних досліджень, аналіз результатів, підготовка та написання статті).

***Публікації у наукових виданнях іноземних держав:***

5. **Поляков В.І.**, Карпук Л.М., Павліченко А.А., Петракова О.О. Особливості формування висоти рослин кукурудзи залежно від густоти та удобрення. *Agricultural sciences «Colloquium-journal»*. 2021. № 5(92). Р. 58–62. DOI: 10.24412/2520-6990-2021-592-58-62.

***Матеріали науково-практичних конференцій:***

6. Карпук Л.М., Ображій С.В., Павліченко А.А., **Поляков В.І.** Урожайність кукурудзи на зерно за різних систем основного обробітку і рівнів удобрення ґрунту. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН «Новітні агротехнології: теорія та практика». м. Київ, 11 липня 2017 р. С. 97–98.

7. **Поляков В. І.**, Карпук Л.М. Особливості росту і розвитку рослин кукурудзи залежно від генотипу. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту». Інноваційні технології в агрономії, агрохімії та екології. Землеустрій та кадастри у сучасних умовах: проблеми та вирішення. м. Біла Церква, 27–28 вересня 2018 р. С. 14–15.

8. **Поляков В.І.**, Карпук Л.М. Структурні показники врожаю кукурудзи залежно від елементів технології вирощування. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, лісовому та садово-парковому господарстві». м. Біла Церква, 30 жовтня 2020 р. С. 12–13.