

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

БЄЛОВ ЯРОСЛАВ ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 633.15:631.51:631.6 (477.7)

**ДИСЕРТАЦІЯ
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГІБРИДІВ
КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.09 «Рослинництво»
«Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Я. В. Бєлов

Науковий керівник: **ВОЖЕГОВА Раїса Анатоліївна**,
доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент НААН України

Миколаїв – 2020

АНОТАЦІЯ

Бєлов Я. В. Удосконалення технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах Південного Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво». – Миколаївський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Миколаїв, 2020.

Встановлено, що календарні дати та тривалість міжфазних періодів як і ростові процеси, істотно змінювалася під впливом особливостей погодних умов у період вегетації, так і у гібриду ДКС 3730 за густоти стояння 50 тис. шт./га висота рослин, у середньому по фактору, досягла 217 см, а за інших густот (60-80 тис. шт./га) збільшилася на 2,7-6,2%.

Найбільший вихід сирової надземної маси на рівні 85 т/га забезпечує висівання гібриду ДКС 4795. Максимальні значення показника, в середньому за три роки досліджень, отримали за формування густоти стояння рослин на рівні 80 тис. шт./га, які склали 76-102 т/га залежно від варіанту удобрення. Найбільший вихід сухої речовини у межах 22-40 т/га зафіксовано за сівби гібриду кукурудзи ДКС 4795. Виявлено тенденцію зростання виходу сухої речовини за мірою збільшення густоти стояння рослин з 50 до 80 тис. шт./га та покращення фону мінерального живлення.

Максимальну площу листової поверхні, в середньому за роки досліджень, формували рослини гібрида ДКС 4795 – 45,3 тис. м²/га за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та фону удобрення N₁₂₀P₁₂₀. Для всіх досліджуваних гібридів даний показник був максимальним за використання густоти стояння 80 тис. шт./га на фоні внесення добрив у дозі N₁₂₀P₁₂₀. Найбільша величина чистої продуктивності фотосинтезу у міжфазний період цвітіння – формування зерна, в середньому за роки досліджень, визначена у гібриду ДКС 4795 за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та удобренні

$N_{120}P_{120}$. Найвищий фотосинтетичний потенціал становив у гібрида ДКС 3730 – 3,15 млн $m^2 \times$ днів/га; ДКС 4964 – 2,96; ДКС 4795 – 3,05 млн $m^2 \times$ днів/га.

Найбільше сумарне водоспоживання (4683 m^3 /га) відзначено у гібриду ДКС 4795, а у гібридів ДКС 4964 та ДКС 3730 даний показник зменшився на 2,3-12,0%. Мінімальний рівень коефіцієнту водоспоживання (239 m^3 /т) був у варіанті з гібридом у гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та дози мінеральних добрив $N_{120}P_{120}$. Визначено, що показники коефіцієнту водоспоживання гібридів кукурудзи зростають при низькому фоні мінерального живлення.

Збиральна вологість зерна була найменшою у гібриду ДКС 3730 з несуттєвим (на 1,3-3,9 відсоткових пунктів) зростанням її у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795. Внесення азотних і фосфорних добрив підвищило збиральну вологість зерна порівняно з контрольним варіантом на 0,9-3,4 відсоткових пунктів. Максимальний вихід зерна з качанів кукурудзи гібриди ДКС 4795 та ДКС 4964 визначили за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га – відповідно 84,7 і 83,4%. Найбільша маса 1000 зерен визначена у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795, а найменший даний показник сформувався за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га – в діапазоні 296-319 г. Найвища довжина качана на рівні 28,2 см зафіксована при внесенні добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ за густоти стояння 50 тис./га у варіанті з гібридом ДКС 4795.

Максимальний рівень урожайності зерна – 14,5 т/га отримали за вирощування гібриду ДКС 4795. Найвищу продуктивність цей гібрид формує за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га, а гібриди ДКС 4964 та ДКС 4795 – за густоти 70 тис. шт./га. Внесення мінеральних добрив забезпечило приріст урожайності зерна, в середньому на 1,8–4,7 т/га, порівняно з контролем. Максимальну середню урожайність зерна культури – 16,0 т/га отримали за внесення добрив у дозі $N_{120}P_{120}$. За результатами дисперсійного аналізу визначено, що фактор С (удобрення) максимально вплинув на формування зернової продуктивності гібридів культури, частка його впливу становила 56%. Дія факторів А та В була значно меншою, складаючи відповідно – 5 та

22 %. Моделюванням доведено, що у гібриду ДКС 3730 густина стояння слабо впливає на величину потенційної продуктивності, а у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795 проявилася суттєва позитивна реакція на збільшення фону азотного і фосфорного живлення, а також на слабка негативна – на зростання ступеню густоти стояння рослин до 100 тис. шт./га.

Показники якості зерна кукурудзи різною мірою змінювались під впливом досліджуваних факторів. За вмістом білка у зерні переважав гібрид ДКС 4795 – в зерні гібрида, в середньому, було 8,9% білка, що на 1,1-4,5% більше, порівняно з іншими гібридами. Збільшення дози удобрення навпаки сприяло формуванню більшої кількості білка в зерні кукурудзи. За вмістом крохмалю у зерні переважав гібрид ДКС 3730 – 71,6%, тоді як у інших гібридах його вміст варіював у межах 69,7–70,9%. Серед досліджуваних гібридів за вмістом жиру відмінностей майже не було виявлено, його вміст склав 4,6-4,8%. Збільшення густоти стояння рослин та фону живлення сприяло зменшенню кількості жиру в зерні за всіма варіантами досліду.

Серед досліджуваних гібридів у зерні гібрида ДКС 4795 зафіксовано найбільший вміст білка – 8,9%; максимальний вміст крохмалю – 71,6%, встановлено у гібрида ДКС 3730. Найбільше жиру – 4,8% містилося в зерні гібридів ДКС 3730 та ДКС 4964. Проаналізувавши отриманні дані, можна зробити висновок, що гібридний склад, густина стояння рослин та удобрення позитивно вплинули на якісні показники зерна кукурудзи.

Розроблені елементи технології вирощування зерна кукурудзи істотно впливають на економічні показники. Так, найменший рівень собівартості (1,93-1,98 тис. грн/т) зафіксовано у гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис./га та на гібриді ДКС 4795 – за густоти 70 тис./га. Умовний чистий прибуток перевищив 40 тис. грн/га у гібридів: ДКС 3730 – за густоти стояння рослин 80 тис./га; ДКС 4964 – за густоти 70 тис./га; ДКС 4795 – за густоти 70-80 тис./га. Максимальний рівень виробничої рентабельності – 143,5% досягнуто у варіанті з гібридом ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис./га. Встановлено тенденцію підвищення вартості валової продукції та

відповідно виробничих витрат пропорційно з підвищенням до азотних і фосфорних добрив. Найвищий умовний чистий прибуток на рівні 45,7 тис. грн/га отримано у варіанті з гібридом ДКС 4795 за внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$.

При вирощуванні гібридів кукурудзи найвищий рівень витрат – 29,4% припадає на паливно-мастильні матеріали, а також машини й обладнання (27,2%) та мінеральні добрива (19,4%). Найменші витрати енергії за вирощування всіх гібридів кукурудзи було встановлено на неудообрених варіантах за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га, де показники становили 32,8–33,2 ГДж/га. Величина енергетичного коефіцієнту була найбільшою у варіантах із внесенням мінеральних добрив. Максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності сформувався на посівах гібриду ДКС 4795 за використання густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та фону удобрення $N_{90}P_{90}$.

Виробництву рекомендовано в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України для отримання врожайності високоякісного зерна кукурудзи понад 17 т/га за вирощування її на зрошенні рекомендуємо коригувати для кожного гібриду елементи агротехніки з урахуванням їх реакції на штучне зволоження, густоту стояння рослин та фон мінерального живлення. Для одержання максимальної урожайності зерна та чистого необхідно висівати гібриди: ДКС 3730 – за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га; ДКС 4964 – 70 тис.; ДКС 4795 – 70-80 тис./га. Впровадження розроблених елементів технології вирощування гібриду ДКС 4795 – при густоті стояння рослин 70 тис./га та внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ забезпечує одержання максимального умовного чистого прибутку на рівні 46 тис. грн/га, рівня рентабельності 143% за низької собівартості продукції.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, густина стояння, удобрення, продуктивність, водоспоживання, урожайність, якість зерна, економічна ефективність, енергетична оцінка.

SUMMARY

Belov Ya. V. Improvement of technology of cultivation of corn hybrids in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. – A qualifying academic paper on the manuscript copyright.

The dissertation in support of achieving the Candidate's Degree in Agricultural sciences in specialty 06.01.09 «Plant Science». – Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, 2020.

The calendar dates and the duration of the interphase periods varied significantly under the influence of the peculiarities of the weather conditions during the growing season. In the DKC 3730 hybrid at a stand density of 50 thousand / ha, this indicator was equal, on average for this factor, to 217 cm, and at other densities (60-80 thousand/ha) it increased by 2,7-6,2%. The introduction of nitrogen-phosphorus fertilizers significantly (by 4.1-13.9%) increased plant height. The daily height gain depended on the hybrid composition.

The highest yield of raw aboveground mass at the level of 85 t/ha provides sowing of hybrid DKC 4795. The maximum values of the index, both in the years of researches and on average, for three years, were obtained for the formation of plant stand density at the level of 80 thousand/ha, which amounted to 73, 83, 107 and 88 t/ha, respectively. The highest dry matter yield in the range of 23-48 t/ha was recorded in favorable weather conditions in 2018. The tendency of the increase of dry matter output was revealed as the plant density increased from 50 to 80 thousand/ha and the mineral nutrition background improved.

The maximum area of leaf surface was formed by plants of hybrid DKC 4795 45.3 thousand m²/ha for plant densities of 80 thousand units / ha and fertilizer background N₁₂₀P₁₂₀. For all hybrids under study, this indicator was the maximum for the use of standing density of 80 thousand/ha against the background of fertilizer application at the dose of N₁₂₀P₁₂₀. The highest value of pure photosynthesis productivity was determined in DKC 4796 hybrid for plant densities of 70 thousand/ha and fertilizers N₁₂₀P₁₂₀. The highest photosynthetic potential was in the DKC 3730 hybrid - 3.15 million m² × days/ha; DKC 4964 -

2.96; DKC 4795 - 3.05 million $\text{m}^2 \times \text{days/ha}$.

The highest water consumption (4683 m^3/ha) was observed in the hybrid DKC 4795, while in the hybrids DKC 4964 and DKC 4795 this indicator decreased by 2.3-12.0%. The minimum level of water consumption coefficient (239 m^3/t) was in variant with the hybrid in DKC 3730 hybrid with a plant stand density of 80 thousand/ha and a dose of $\text{N}_{120}\text{P}_{120}$ nitrogen fertilizer. It is determined that the coefficients of water consumption of corn hybrids increase with low mineral nutrition background.

Grain moisture was the lowest in the DKC 3730 hybrid, with a slight (1.3-3.9 percentage points) increase in the DKC 4964 and DKC 4795 hybrids - 3.4 percentage points. The maximum grain yield of corn cobs hybrids DKC 4795 and DKC 4964 determined for plant densities of 50 thousand/ha - 84.7 and 83.4%, respectively. The highest mass of 1000 grains was determined in the hybrids DKC 4964 and DKC 4795, and the smallest this indicator was formed at a plant density of 80 thousand/ha - in the range 296-319 g. The highest cob length at the level of 28.2 cm was fixed at fertilizer application at a dose of $\text{N}_{90}\text{P}_{90}$ for standing density of 50 thousand/ha in version with DKC 4795 hybrid.

The maximum level of grain yield - 14.5 t/ha was obtained for the cultivation of DKC 4795 hybrid. The highest productivity of this hybrid is formed by the plant densities of 80 thousand/ha, and the hybrids DKC 4964 and DKC 4795 - at densities of 70 thousand/ha. The introduction of mineral fertilizers provided an increase in grain yield, an average of 1.8–4.7 t/ha, compared to the control. The maximum average grain yield of the crop - 16 t/ha was obtained by fertilizing at a dose of $\text{N}_{120}\text{P}_{120}$. According to the results of the analysis of variance, it was determined that the factor C (fertilizer) had the greatest influence on the formation of grain productivity of hybrids of culture, its share was 56%. The effect of factors A and B was much smaller, accounting for 5 and 22% respectively. The simulation proved that in the DKC 3730 hybrid the density of standing had little effect on the value of potential productivity, and the hybrids of DKC 4964 and DKC 4795 showed a significant positive reaction to the increase in the background

of nitrogen and phosphorous nutrition, as well as a weak negative effect on the growth of the degree of density 100 thousand/ha.

Corn grain quality indicators varied to a great extent under the influence of the studied factors. The protein content of the grain was dominated by the DKC 4795 hybrid - 8.9% of the protein in the grain of the hybrid, which is 1.1-4.5% more than other hybrids. Increasing the dose of fertilizer, on the contrary, contributed to the formation of more protein in corn. The starch grain content was dominated by the DKC 3730 hybrid - 71.6%, while in other hybrids its content varied between 69.7 and 70.9%. Among the hybrids under study, there were almost no differences in the fat content, and their content was 4.6-4.8%. Increasing plant densities and nutritional backgrounds contributed to a decrease in grain fat across all variants of the experiment.

Among the studied hybrids in the grain of the DKC 4795 hybrid, the highest protein content was recorded - 8.9%; maximum starch content - 71.6%, was established in DKC 3730 hybrid. Most fat - 4.8% was contained in the DKC 3730 and DKC 4964 hybrids grain affected the quality of corn grain. Analyzing the data, we can conclude that the hybrid composition, plant density and fertilizer had a positive effect on the quality of corn grain.

Developed elements of corn grain technology have a significant impact on economic performance. Thus, the lowest cost level (1.93-1.98 thousand UAH/t) was recorded in the hybrid DKC 3730 for plant densities of 80 thousand/ha and for the hybrid DKC 4795 - for the density of 70 thousand/ha. Contingent net income exceeded UAH 40 thousand / ha for hybrids: DKC 3730 - for plant densities of 80 thousand/ha; DKC 4964 - for densities of 70 thousand/ha; DKC 4795 - for densities of 70-80 thousand/ha. The maximum level of production profitability - 143,5% was reached in the variant with the hybrid DKC 3730 with a plant stand density of 80 thousand/ha. The tendency of increase of the cost of gross production and accordingly of production costs has been established in proportion to the increase in nitrogen and phosphorus fertilizers. The highest conditional net income of UAH 45.7 thousand/ha was obtained with the DKC 4795 hybrid for fertilizing at

the $N_{90}P_{90}$ dose.

When growing maize hybrids, the highest level of costs - 29.4% is for fuel and lubricants, as well as machinery and equipment (27.2%) and mineral fertilizers (19.4%). The lowest energy consumption for cultivation of all maize hybrids was set on unfertilized variants with a plant density of 50 thousand units / ha, where the indicators were 32.8–33.2 GJ/ha. The magnitude of the energy factor was the largest in the mineral fertilizer variants. The maximum coefficient of energy efficiency was formed on crops of the hybrid DKC 4795 for the use of plant stand density of 70 thousand units/ha and the fertilizer background $N_{90}P_{90}$.

Production is recommended in the conditions of insufficient humidity of the Southern Steppe of Ukraine for yield of high-quality corn grain more than 17 t/ha for growing it on irrigation. In order to obtain maximum grain yield and purity it is necessary to sow hybrids: DKC 3730 - for plant densities of 80 thousand/ha; DKC 4964 - 70 thousand; DKC 4795 - 70-80 thousand/ha. The introduction of the developed elements of the technology of cultivation of hybrid DKC 4795 - at a plant stand density of 70 thousand/ha and fertilizer at a dose of $N_{90}P_{90}$ provides maximum conditional net profit at the level of 46 thousand UAH/ha, profitability level of 143% at low cost of production.

Key words: corn, hybrid, stocking density, fertilizer, productivity, water consumption, yield, grain quality, economic efficiency, energy evaluation.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних:

1. Белов Я. В. Напрями оптимізації технологій вирощування кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2018. Вип. 4. С. 74–81.
2. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Агроекономічна оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 71. С. 154–157 (Здобувачем проаналізовано літературу, проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані).
3. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Водоспоживання гібридів кукурудзи залежно від елементів технології в зрошуваних умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2019. Вип. 108. С. 12-18. (Здобувачем проаналізовано літературу, проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).
4. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Удосконалення технології вирощування гібридів в умовах зрошення півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2019. Вип. 2. С. 41–47.
5. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Вплив густоти стояння рослин та фону живлення на водоспоживання та продуктивність гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 72. С. 4–7 (Здобувачем проаналізовано літературу, проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).
6. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Динаміка накопичення надземної біомаси гібридами кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення за вирощування в умовах зрошення. *Таврійський науковий вісник*.

Херсон, 2019. Вип. 109. Частина 1. С. 3-9 (*Здобувачем проаналізовано літературу, проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані*).

7. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Продуктивність, структура врожаю та якість зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення за вирощування на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2019. Вип. 4. С. 89-95 (*Здобувачем проведено польові дослідження, аналіз та узагальнення результатів досліджень*).

Тези наукових конференцій:

8. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Продуктивність кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення за умов змін клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції, 10-12 квітня 2019 року*. ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 418.

9. Белов Я. В. Ефективність використання вологи гібридами кукурудзи за вирощування в умовах зрошення півдня України. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика: матеріали міжнар. наук. Інтернет-конференція*. Тернопіль, 2019. С. 39-40.

10. Белов Я. В. Врожайність та якість зерна кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння та удобрення. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали Четвертої міжнар. наук.-практич. конф.* Дніпро, 2019. С. 52-55.

Методичні рекомендації:

11. Вожегова Р. А., Белов Я. В., Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В., Коковіхін С. В., Біднина І. О. Науково-методичні рекомендації з інтенсивної

технології вирощування кукурудзи на зерно і насіння на зрошуваних землях півдня України. Херсон, ІЗЗ НААН, 2018. 16 с.

12. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Белов Я. В., Коковіхін С. В., Марченко Т. Ю., Біднина І. О. Науково-практичні рекомендації з оптимізації технологій вирощування зерна кукурудзи на зрошуваних землях. Херсон, ІЗЗ НААН, 2019. 20 с.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	15
РОЗДІЛ 1 СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАНЬ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО.....	20
1.1 Господарське значення та основні ботаніко-біологічні, агроекологічні властивості досліджуваної культури.....	20
1.2 Особливості технології вирощування культури в умовах зрошення	30
1.3 Роль гібридного складу, густоти стояння рослин та удобрення у формуванні високих урожаїв зерна	36
Висновки до розділу 1.....	47
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	49
2.1 Агрохімічна характеристика ґрунтового покриву дослідного поля.....	50
2.2 Клімат Південного Степу України та погодні умови у роки проведення досліджень.....	51
2.3 Методика проведення досліджень, агротехніка в досліді, агробіологічна характеристика гібридів.....	56
Висновки до розділу 2	65
РОЗДІЛ 3 ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ АГРОЗАХОДІВ ТА ПОГОДНИХ УМОВ У РОКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	66
3.1 Настання і тривалість фаз розвитку та висота рослин кукурудзи на дослідних ділянках	67
3.2 Динаміка накопичення сирої маси та сухої речовини	71
3.3 Динаміка листової поверхні рослин та продуктивність фотосинтезу.....	76

3.4	Водоспоживання рослин кукурудзи та ефективність споживання вологи на дослідних ділянках.....	82
	Висновки до розділу 3.....	87
РОЗДІЛ 4 УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ДОСЛІДЖУВАНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН ТА ФОНУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ.....		
4.1	Показники структури врожаю залежно від досліджуваних факторів	92
4.2	Врожайність зерна кукурудзи	102
4.3	Якість зерна кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та фону мінерального живлення.....	106
	Висновки до розділу 4.....	109
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБЛЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ.....		
5.1	Економічний аналіз технології вирощування кукурудзи	113
5.2	Енергетична оцінка розроблених елементів технології вирощування культури в умовах зрошення Південного Степу....	124
	Висновки до розділу 5.....	132
	ВИСНОВКИ.....	134
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	138
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	139
	ДОДАТКИ.....	161

Обґрунтування вибору теми дослідження. У сучасних умовах глобальних і регіональних змін клімату одним з найголовніших напрямів розвитку рослинництва є підвищення врожайності та стабілізація виробництва зернових культур, серед яких кукурудза є світовим лідером по валових зборах зерна [65]. В Україні велика частина посівів зернової кукурудзи розташована в регіонах з дефіцитом опадів та високим температурним режимом, що потребує від науковців і практиків розробки й впровадження нових технологій вирощування з оновленням гібридного складу та раціональним застосуванням зрошення, оптимізації густоти стояння, обґрунтуванням системи удобрення тощо [64, 70, 80, 120, 153].

Комплексне удосконалення технології вирощування кукурудзи на підставі повної механізації робіт, впровадження у виробництво нових високопродуктивних гібридів інтенсивного типу, оптимізація режиму зрошення, створюють сприятливі передумови для отримання високих урожаїв. Зернове господарство зони Степу у перспективі повинне орієнтуватися на високоінтенсивний тип розвитку шляхом упровадження новітніх досягнень науки, техніки і технології в концепції «гібрид – агротехніка – організація» [94, 127, 135, 144, 146].

Отже, розробка й наукове обґрунтування інтенсивних технологій вирощування в посушливих умовах Південного Степу України різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи, особливо з уточненням густоти стояння рослин та формування оптимального фону мінерального живлення, підвищення економічної та енергетичної ефективності за умов змін клімату має вагоме актуальне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження та наукові розробки, які узагальнені в дисертаційній роботі, виконувалися автором упродовж 2016-2018 рр. і були складовою частиною тематичного плану НДР Миколаївського національного аграрного університету за темою: «Розробка та впровадження енергозберігаючих і

екологічно безпечних технологій вирощування високоякісної продукції рослинництва в умовах Степу України» (№ державної реєстрації 0113U001567) та «Розробка технологій вирощування сільськогосподарських культур у зв'язку зі зміною клімату» (№ державної реєстрації 0113U001565).

Мета і завдання досліджень. Удосконалити технологію вирощування нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості шляхом оптимізації густоти стояння рослин та фону мінерального живлення в умовах зрошення півдня України.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- ✓ провести фенологічні спостереження та дослідити динаміку висоти рослин кукурудзи залежно від груп стиглості гібриду, густоти стояння рослин та удобрення за вирощування культури на поливних землях;
- ✓ визначити тривалість фаз росту й розвитку рослин, проаналізувати динаміку наростання листової поверхні кукурудзи, величину продуктивності фотосинтезу, динаміку накопичення сирої маси та сухої речовини;
- ✓ встановити особливості водоспоживання та витрати вологи на формування врожаю кукурудзи;
- ✓ науково обґрунтувати вплив досліджуваних факторів (застосування різних за групами стиглості гібридів, густоти стояння рослин та удобрення) на формування врожайності зерна, його структуру та якість;
- ✓ проаналізувати економічну та біоенергетичну ефективність вирощування зерна кукурудзи залежно від досліджуваних факторів.

Об'єкт досліджень: процеси росту, розвитку, формування зернової продуктивності, фотосинтетична діяльність, водоспоживання рослин кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України.

Предмет досліджень: зернова продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строків сівби та густоти стояння рослин, економічна та енергетична оцінки взятих на дослідження технологічних заходів.

Методи досліджень. *Полевий* – для аналізу взаємодії об’єкта вивчення з досліджуваними факторами та природним середовищем у поєднанні з обліком врожаю і біометричними вимірами. *Лабораторний* – для визначення вологості ґрунту, вмісту вологи в зерні, показників якості зерна. *Розрахунково-порівняльний* – для проведення оцінки економічної та енергетичної ефективності вирощування досліджуваної культури. *Статистичний* – для обґрунтування достовірності отриманих результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* в умовах зрошення Південного Степу України удосконалено елементи агротехніки вирощування нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості:

- досліджено комплексну дію густоти стояння рослин та удобрення на формування зернової продуктивності культури;
- визначено й науково обґрунтовано спроможність гібридів кукурудзи формувати сталу продуктивність у різні за погодними умовами роки;
- встановлено кореляційно-регресійні залежності продуктивності рослин.

Удосконалено елементи технології вирощування нових гібридів кукурудзи та визначено їх реакцію на зміну густоти стояння рослин і удобрення.

Набули подальшого розвитку наукові положення щодо особливостей росту й розвитку рослин кукурудзи, формування врожайності та якості зерна залежно від досліджуваних факторів. Визначено економічну та енергетичну оцінку розроблених елементів технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України.

Практичне значення одержаних результатів. Для отримання гарантовано високої врожайності та якості зерна нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості за вирощування їх на зрошуваних землях півдня України, визначено оптимальну густоту стояння рослин та фон мінерального живлення.

За результатами проведених досліджень встановлено, що в умовах зрошення для раціонального використання природних ресурсів та отримання високоякісного зерна кукурудзи понад 17 т/га необхідно коригувати для кожного гібриду елементи технології вирощування з урахуванням їх реакції на штучне зволоження, густоту стояння рослин та фон мінерального живлення. Для одержання максимальної врожайності зерна запропоновано висівати гібриди: ДКС 3730 – за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га; ДКС 4964 – 70 тис. шт./га; ДКС 4795 – 70-80 тис. шт./га. Впровадженням розроблених елементів технології вирощування гібриду ДКС 4795 – визначено, що густота стояння рослин 70 тис. шт./га та внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ забезпечує одержання максимального умовно чистого прибутку на рівні 45,7 тис. шт./га, рівня рентабельності 143,1% і коефіцієнту енергетичної ефективності 3,9.

Рекомендація щодо використання в умовах зрошення оптимальних технологічних параметрів для нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості сприятиме забезпеченню врожайності зерна 14-17 т/га (залежно від ФАО), гарантує високу окупність, економічну та енергетичну ефективність зазначених заходів.

Результати досліджень з удосконаленої технології вирощування гібридів кукурудзи були впроваджені впродовж 2018-2019 рр. в умовах ДСДС «Асканійське» Інституту зрошувального землеробства НААН, що розташоване в Каховському районі Херсонської області на загальній площі 375 га (додаток А).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом особистого наукового дослідження. Автором, разом з науковим керівником розроблено схему дослідження. Дисертант зробив аналітичний огляд вітчизняної та іноземної літератури. Самостійно заклав польові дослідження, узагальнив результати спостережень, проаналізував отримані в ході дослідження результати, узагальнив експериментальні матеріали, визначив економічну та енергетичну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування,

підготував до друку наукові статті, впровадив результати досліджень у виробництво, підготував та оформив рукопис дисертації і автореферату. Основні наукові положення та висновки, які наведені в дисертаційній роботі, одержані автором особисто.

Апробація результатів дисертації. Результати проведених досліджень у 2016-2018 рр. були обговорені на засіданнях вченої ради факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету та отримали позитивну оцінку. Основні результати досліджень були представлені на Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Інноваційні технології та препарати в системі органічного землеробства Степу» (6 березня 2018 р., м. Херсон); Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Інноваційні розробки – сучасному землеробству» (15 травня 2018 р., м. Херсон); Четвертій Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (2 листопада 2019 р., Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро); Міжнародній науковій інтернет-конференції «Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика» (20 листопада 2019 р., Тернопільський національний економічний університет, м. Тернопіль).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць, у тому числі 7 статей у наукових фахових виданнях України, 3 тези доповідей та матеріалів конференцій, 2 методичні рекомендації.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАНЬ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

1.1 Господарське значення та основні ботаніко-біологічні, агроекологічні властивості досліджуваної культури

Кукурудза належить до найпродуктивніших зернових культур сучасного рослинництва, яка характеризується універсальністю призначення та може вирощуватись у різних ґрунтово-кліматичних умовах світу з продовольчим, кормовим, енергетичним та промисловим використанням зерна, зеленої і силосної маси. До країн з широким розповсюдженням кукурудзи до недавнього часу відносилась і Україна. Однак, в останні 25-30 років відзначено різке скорочення посівних площ та валових зборів досліджуваної культури, що можна пояснити комплексним впливом багатьох чинників, зокрема змінами організаційної та господарської структури сільськогосподарської галузі в країні, зменшення обсягів виробництва у тваринницькій галузі, проявом негативної динаміки на внутрішньому ринку, порушення в агротехнологічному процесі виробництва зерна та кормів з кукурудзи, дефіцит фінансових та інших ресурсів). Так, у 2004 р. загальна площа під цією культурою склала 2,48 млн. га, а у 2005 р. знизилася до 1,78 млн. га або на 30,6% [147, 207, 219, 222]. Процес зменшення посівних площ під кукурудзу зумовлений, в першу чергу, попитом тваринницької галузі. Якщо у 1990 р. в Україні на фуражні цілі використовували 28,0 млн. т. зерна, то у 2004 р. на годівлю тварин цей показник знизився до 14,0 млн. т [131, 178, 216].

Одночасно особливості погодних умов та певні економічні чинники призвели до суттєвого скорочення площ під озимину, що викликало тенденцію до збільшення площ під ярими культурами з метою отримання необхідного валового виробництва зерна, в тому числі і кукурудзи [21, 126].

Гібриди української селекції (Борисфен 433 МВ, Борисфен 490 АМВ, Дніпровський 472 МВ, ДНОД 417 МВ та ін.) за своїми технологічними параметрами мали біологічний потенціал не нижче закордонних гібридів провідних світових компаній, проте характеризуються високим адаптивним потенціалом, вони є пристосованими до посухи і термічного стресу Південного Степу України, мають високий рівень окупності за здійснення поливів, внесенні мінеральних добрив, проведенні обробок пестицидами, агрохімікатами і біопрепаратами [95].

Серед чинників, що впливають на отримання можливо вищої продуктивності зерна кукурудзи, за збереження сприятливої меліоративної обстановки, найбільше значення має раціональне використання поливної води, використання адаптованих до зрошення високопродуктивних сортів і гібридів, формування оптимальної густоти стояння рослин, застосування науково обґрунтованих систем удобрення й обробітку ґрунту, інтегрованого захисту рослин тощо [137, 168].

Доведено, що максимально реалізувати потенціал продуктивності гібрида кукурудзи, закладений на генетичному рівні, можливо лише за створення умов збалансованого водного та мінерального живлення посівів, оптимального теплового і світлового режимів. Дослідженнями доведено, що за високого рівня агротехніки, сучасні вітчизняні гібриди в умовах півдня України за зрошення здатні забезпечити врожаї зерна кукурудзи до 12-16 т/га [54-58].

Історія свідчить про те, що кукурудза як культура була відома ще за 8-10 тис. років до н.е. На той час рослина була в 2-4 рази менша за розмірами, ніж сьогодні, довжина качана кукурудзи тоді не перевищувала 4-5 см. Вперше кукурудзу як культуру почали культивувати у Древній Мексиці, в подальшому ж вона стала незамінною «годувальницею» багатьох цивілізацій впродовж декількох тисячоліть племен ацтеків і майя, ольмекської цивілізації. Тому кукурудзу навіть обожнювали, про що свідчить ім'я одного з богів племені Майя – бога родючості та кукурудзи Кетцалькоатль. До

Європи культуру завезли в 16 ст., після чого вона швидко набула розповсюдження в Іспанії, Італії, Франції, поступово поширилася далі на схід – в Індію та Китай [80].

На теперішній час кукурудзу вирощують у багатьох країнах Європи та Азії, культура в світовому масштабі серед інших зернових культур займає лідируючі позиції. На території країн СНД кукурудза вперше з'явилася в Молдові, потім на півдні України, Кавказі, але поширення культури відбувалося досить повільно, лише наприкінці 19 ст. площі її вирощування помітно почали зростати. Після проходження акліматизації поблизу Чорноморських берегів, кукурудза стала поширюватися в північних та лісостепових районах України. В 1916 р. площа посіву кукурудзи на зерно вже складала 650,6 тис. га [61].

В Україні кукурудза набула широкого розповсюдження в другій половині 20 ст. Поступове збільшення виробництва кукурудзи в Україні почалося з 90-х років. Так, починаючи з 1995 року, площа посівів культури зросла с 1,2 млн га до 3,5 млн га – в 2011 році. Спочатку розвиток площ вирощування зернової було зосереджено у Сумській, Чернігівській, , Дніпропетровській, Харківській, Черкаській та інших областях Центральної та Північної підзон України. Саме там склалися найкращі умови для отримання високих врожаїв. Після освоєння земель в цих областях, подальше збільшення площ вирощування кукурудзи потребувало розширення на південь, де зараз найбільші в країні посіви культури на зрошенні [52].

В наступні роки площі посівів культури значно збільшилися. Видимий зріст спостерігаємо, починаючи з 2011 року, коли в структурі площі посівів частка кукурудзи зросла з 10,1 до 13,2% і становила 3,5 млн га.

В Україні, на долю якої припадає 3,1% загальносвітового виробництва кукурудзи, у 2013/2014 МР обсяги виробництва зерна культури збільшилися і досягнули 30,9 млн тонн. Згідно статистичним даним за цей період середня урожайність зерна кукурудзи по Україні становила 6,3 т/га. Цей показник вище, ніж у Бразилії, Китаї, а також, ніж середня урожайність зерна культури

у світі [61]. Таким чином, констатуємо збільшення площ вирощування кукурудзи з 1,2 млн га в 1995 році до 4,8 млн. га в 2013 році, а валового збору відповідно з 3,4 до 26,0 млн тонн. Такий рівень виробництва вивів Україну в п'ятірку світових лідерів [52].

Подібна тенденція спостерігалася також протягом 2014-2016 рр., як на внутрішньому ринку України, так і загалом на світовому рівні. Так, за даними Міністерства сільського господарства США (USDA) світове виробництво зерна кукурудзи в 2016–2017 МР перевищило 1 млрд тонн та становить новий рекорд [68]. Цьому сприяло зростання врожайності культури та розширення посівної площі для її вирощування. Паралельно виробництву зросли обсяги споживання зерна культури, досягши історичного максимуму. В Україні на сьогодні 2/3 зерна кукурудзи відправляється на експорт. Важливим фактором перспективи вирощування кукурудзи є можливість використання її зерна для виготовлення біопалива, обсяги використання якого в деяких світових країнах досягає рівня 5-12% [69-71].

США є світовим лідером в виробництві зерна кукурудзи, тут щорічно збирають 250-320 млн тонн зерна за врожайності вище 10 т/га, що складає понад третину світового врожаю культури. В 2016 році виробництво зерна культури збільшилося на 11-15%. Отже, основними країнами-виробниками кукурудзи виступають індустріально розвинуті країни – США, Франція, Італія, а також країни, що динамічно розвиваються – Китай, Індія, Румунія, Бразилія. Зокрема, в Бразилії виробництво зерна кукурудзи збільшилося на 23%, а в країнах Південної Америки на 27%, на 30% – в Аргентині. У Китаї виробництво зерна кукурудзи зменшилося приблизно на 8,5 млн тонн, порівняно з минулим роком, у Мексиці – проявилось падіння на практично на 5%, в Канаді – до 9% [72].

В той же час на арені виробництва кукурудзи США виступає виробничим гігантом, тому диктує світові тенденції на цю культуру. В цій державі невпинно зростає внутрішнє виробництво кукурудзи, зокрема завдяки діючим державним програмам виробництва біоенергії. За

результатами 2016 року поряд з США провідними світовими експортерами кукурудзи є Аргентина, Бразилія та Україна.

На даний час світова торговельна активність дещо знизилася. Якщо минулого сезону загальні обсяги торгівлі кукурудзою становили 139 млн тонн, то нинішнього знизилися на 2,4%. Це пов'язано з переорієнтацією Бразилії з експортного на внутрішній ринок – на зовнішньому ринку було реалізовано 20 млн тонн кукурудзи, тоді як торік цей показник становив 30,5 млн тонн. В той же час інші країни — провідні експортери кукурудзи збільшили пропозицію зерна качанистої на зовнішніх ринках. Наприклад, експорт кукурудзи, виробленої у США, склав 55 млн тонн, що на 11% більше минулорічного сезону. Відповідні обсяги продажу Аргентини досягли 25 млн тонн, що більше минулорічних показників на 22% [73].

Отже, Україна посіла чільне місце серед провідних розвинених країн світу за економічними показниками аграрного сектору, отримавши звання виробника-експортера зерна кукурудзи. Так, в 2016 році в Україні було отримано валовий збір зерна культури близько 26 млн тонн. Це перевищило минулорічний показник на 18%. За результатами посівної кампанії 2016 року найбільшими регіонами, що сіють кукурудзу, є Полтавська (486,7 тис. га), Кіровоградська (392,6 тис. га), Дніпропетровська (387,5 тис. га), Черкаська (347,9 тис. га), Вінницька (326,2 тис. га), та Харківська (325,3 тис. га) області. Щорічно площі посіву кукурудзи збільшуються по всіх областях України [129].

Як просапна культура, кукурудза – гарний попередник у сівозміні, сприяє зменшенню забур'яненості посівів, знижує небезпеку від пошкодження різних сільськогосподарських культур, зокрема зернових, від найнебезпечніших збудників хвороб та шкідників. При збиранні на зерно є гарним попередником для зернових, а при вирощуванні на зелений корм – чудовою парозаймаючою культурою. Кукурудза належить до найкращих попередників для багатьох інших культур зрошуваних і неполивних сівозмін (зернобобові, ярі зернові), проте, слід зауважити, що для озимих культур

вона допустимий попередник, що пов'язано з її великим вегетаційним періодом та в багатьох неможливістю якісно підготувати ґрунт під наступну культуру сівозміни [56]. З точки зору біологізації сучасного рослинництва і землеробства кукурудза має безперечні переваги, оскільки формує велику листостеблову масу, яка за вирощування досліджуваної культури на зерно залишається на полі, потрапляє в ґрунт, суттєво збільшує вміст в ньому органічної речовини, що, в кінцевому випадку, підвищує родючість ґрунту. Отже, включення до зрошуваних сівозмін кукурудзи сприяє зростанню ефективності використання поливних земель, має важливе господарсько-економічне та еколого-меліоративне значення [138].

Кукурудза (*Zea-mays* L.) – однорічна рослина, роздільностаттєва, перехреснозапильна, класу однодольних (*Momocotyledanae*), порядку *Poales*, родини Злакових (*Poaceae*), роду *Zea* підродини просоподібних. За сучасною класифікацією має 8 підвидів: розлусна (*everta* Sturt.); крохмалиста (*amylacea* Sturt.); зубоподібна (*indentata* Sturt.); кремениста (*indurata* Sturt.); цукрова (*saccharata* Sturt.); воскоподібна (*ceratina* Kulesch.); крохмалисто-цукрова (*amyleo-saccharata* Sturt.); плівчаста (*tunicata* Sturt.) [52].

Маючи велику надземну й підземну біомасу кукурудза істотно відрізняється за біологічними параметрами від багатьох інших зернових культур, у першу чергу, потужним розвитком вегетативних органів - стебел, листків, коренів. Коренева система кукурудзи – мичкувата, дуже розвинута, проникає у ґрунт на глибину до 1 м., іноді – до 1,5-2 м., головний корінь відсутній. Скоростиглі низькорослі гібриди кореневу систему розвивають на меншу глибину і ширину, ніж високорослі пізньостиглі гібриди. З підземних вузлів утворюються первинні корінці, що розвиваються безпосередньо з насіння, формуючи потужну кореневу систему, а також додаткові корені, які утворюються у вузлі кушення та формують розгалужену вторинну кореневу систему [90].

Кукурудза – рослина з роздільним суцвіттям, будовою своїх суцвіть відрізняється від інших злаків. Чоловіче (пилякове) суцвіття – волоть, жіноче

(маточкове) – качан. На рослинах формується різна кількість продуктивних качанів, що залежить від генетичних особливостей сортів і гібридів, погодних умов вегетаційного періоду, впливу агротехнологічних чинників, проте форма качанів найбільшою мірою залежить від генотипу рослин й найчастіше буває циліндричною або слабоконусоподібною. У кожному качані кількість рядів зерен становить від 8 до 20, але інколи досягає й 30, а число зерен у качані коливається від 400 до 800. Зернівка кукурудзи – односім'яний плід, складається з зародку, ендосперму і оболонки (плодової і насінної). Маса 1000 зерен у мілкосім'яних гібридів складає 100-150 г, крупносім'яних – 300-400 г [99].

Залежно від ботанічної групи та гібриду зернівки мають різне забарвлення: біле, кремове, жовте, оранжеве, червоне, що є сортовою ознакою. У деяких гібридів кукурудзи зерно має усі відтінки вказаних кольорів, навіть чорний [38, 157].

Розрізняють п'ять груп стиглості гібридів кукурудзи: ранньостиглі (ФАО 100-200 – період вегетації становить 90-100 днів), середньоранні (ФАО 201-300 – 105-115 днів), середньостиглі (ФАО 301-400 – 115-200 днів), середньопізні (ФАО 401-500 – 120-130 днів), пізньостиглі (ФАО 501-600 – 135-140 днів) [38, 105].

Кукурудза – теплолюбна культура, однак вимоги її до тепла в окремі періоди росту і розвитку різняться. В польових умовах оптимальною для проростання насіння і появи сходів є температура ґрунту 10,0-12,0°C. Температура ґрунту 7,0-11,0°C сприяє отриманню сходів кукурудзи впродовж 15-17 днів, а за температури 12,0-15,0°C сходи з'являються вже через 10-12 днів. Різке зниження інтенсивності росту спостерігається за температури 14,0-15,0°C, а за 10°C – ріст припиняється. Максимальна температура, за якої припиняється ріст рослин культури – 45,0-47,0°C. Дуже чутлива кукурудза до осінніх приморозків. Зелене листя пошкоджується навіть при позитивній температурі дуже близької до нуля, а стебла і качани –

за температури мінус 2,5-3,0°C. Невеликі мінусові температури ушкоджують і стигле надмірно вологе зерно [19].

Польовими дослідями [112] встановлено, що кукурудзі для формування високих і якісних врожаїв за період вегетації необхідно 450-600 мм опадів – у середньому надходження 1 мм атмосферних опадів достатньо для формування 20 кг зерна досліджуваної культури. У першій половині вегетації рослини культури менш вимогливі до вологи, до формування 7-8-го листка випадків нестача вологи для росту кукурудзи майже не проявляється. Вивчивши реакцію культури на ранню посуху, вчені дійшли висновку, що найбільш критичною є довготривала посуха у період від сходів до початку викидання волотей.

З іншого боку, недостатня кількість вологи в ґрунті в період найбільшої потреби в ній для кукурудзи, особливо в поєднанні з повітряною посухою, спричиняє в'янення рослин, зниження фотосинтетичної активності, передчасне підсихання листків, порушення процесів запліднення та формування зерна. За вегетаційний період одна рослина кукурудзи витрачає приблизно 200 літрів води [185].

Протягом періоду вегетації, в богарних умовах, вологозабезпеченість посівів кукурудзи відбувається за рахунок опадів. Решта води, потрібної для нормального росту й розвитку культури, надходить з ґрунтових запасів та завдяки зволоженості повітря. Економне використання опадів знаходиться в прямій залежності від температури повітря й ґрунтів, а також від випадання опадів упродовж вегетації, інтенсивності дощів, властивостей ґрунту та від забезпеченості посівів добривами [90].

На розвиток кукурудзи впливає склад й рух атмосфери, причому найбільший вплив має як температура, так і вологість повітря, що пов'язано з біологічними особливостями досліджуваної культури. За умов недостатнього рівня природного зволоження на фоні високого температурного режиму у Південному Степу України сухе повітря сприяє надмірній транспірації та випаровуванню вологи з ґрунту. У результаті можна спостерігати порушення

рівноваги між випаровуванням води листками і поглинанням води коренями [11].

Отже, одним із важливих завдань агротехніки вирощування кукурудзи є збереження вологи у ґрунті. Досить густі посіви кукурудзи утримують вологість повітря на високому рівні, що є одним із чинників, які сприятливо впливають на водний баланс кукурудзи [139].

Кукурудза – світлолюбна культура, інтенсивно використовує світло з перших днів появи сходів. На 1 га рослини створюють 20000-50000 м² асимілюючої зеленої площі, на яку діє сонячне світло. Величина площі асиміляції збільшується пропорційно інтенсивності сонячного висвітлення, що пов'язано з одночасним підвищенням температури. Розвиток асимілюючої площі також залежить від обсягів та глибини розташування коренів у різних прошарках ґрунту – на поливних землях має першочергове значення розміщення кореневої системи у зоні активного вологообміну (від 0-30 до 0-70 см залежно від фаз росту й розвитку кукурудзи). Недостатня її активність, зумовлена, наприклад, низькою температурою ґрунту, поганою аерацією чи реакцією ґрунтового розчину, також спричиняє затримку утворення зелених органів і хлорофілу [54].

Оптимальна освітленість позитивно впливає на активність ферментів в рослині. Для нормального росту і розвитку кукурудзи потрібне інтенсивне сонячне освітлення за тривалості дня 12-14 годин, а найшвидше культура зацвітає за 8-9 годинного дня. Надмірне загущення посівів та їх засміченість призводить до зниження врожаю качанів. Кукурудза негативно реагує на нестачу світла. Невелике затінення, навіть за умови сприятливого збігу інших факторів зовнішнього середовища, значно знижує продуктивність, подовжує вегетацію культури. Людина може впливати на цей процес за допомогою регулювання доступу світла до асиміляційних органів (густота посіву) і живлення рослини (регулювання водного режиму і поживних речовин у ґрунті) [110].

За оптимальної системи обробітку ґрунту та удобрення, своєчасного високоякісного догляду за посівами, кукурудза може формувати сталі врожаї майже на всіх типах ґрунтів. Найкраще розміщувати культуру на чистих від бур'янів і шкідників, родючих ґрунтах із середнім та високим вмістом поживних речовин і гумусу, а також на площах з оптимальним водним, повітряним і поживним режимом, у тому числі й на зрошенні. Найвищі врожаї зерна кукурудза формує на темно-каштанових ґрунтах, чорноземах, суглинкових і супіщаних, а також заплавлених ґрунтах. Недоцільно вирощувати кукурудзу на малопродуктивних ґрунтах, з низьким вмістом поживних речовин, підвищеною кислотністю, важким механічним складом та переущільненням, а також на засолених, осолонцьованих і заболочених площах [21].

Культура вимоглива до мінерального живлення. Азот значно впливає на ранніх етапах росту рослин. За його нестачі затримуються ріст та розвиток рослин. Максимальне споживання азоту рослинами культури спостерігається протягом 2-3 тижнів перед викиданням волоті. Достатнє фосфорне живлення слід забезпечити на початкових етапах на початку росту органогенезу рослин (3-7 листків), коли розпочинається процес закладання суцвіть та відзначено прискорений ріст кореневої системи. Дефіцит цього елемента живлення призведе до формування недорозвинених качанів, порушення рівномірності розташування зерен в рядах, зниження маси 1000 зерен та інших негативних наслідків. Достатнє забезпечення рослин фосфором стимулює розвиток кореневої системи, підвищує посухостійкість, прискорює утворення качанів і дозрівання врожаю. Максимальне споживання фосфору рослинами кукурудзи відбувається наприкінці вегетації – від фази формування зерна до його молочно-воскової стиглості. Дефіцит калію призводить до блокування вуглецевого обміну в середні рослини, гальмують процеси фотосинтезу, ослаблюється коренева система. При нестачі калію сповільнюється пересування вуглеводів, знижується синтетична діяльність листків, послаблюється коренева система і знижується стійкість кукурудзи до

вилягання. Калій починає інтенсивно надходити в рослину з перших днів появи сходів. До початку викидання волотей рослини поглинають до 90% калію, незабаром після закінчення цвітіння, надходження його в рослину припиняється [122-126].

З вищесказаного можна зробити висновок, що кукурудза – культура, досить вимоглива до умов вирощування. Разом з тим має особливість продуктивно використовувати ґрунтово-кліматичні фактори і за умови правильного добору гібридів та високому рівні агротехніки забезпечувати високий урожай.

1.2 Особливості технології вирощування культури в умовах зрошення

Гібриди кукурудзи значно різняться за вегетаційним періодом, а звідси і за потребою в теплі, воді, поживних речовинах і світлі. Різними є ці потреби кожного гібрида і протягом вегетаційного періоду. За біологічними особливостями у кукурудзи виділяють такі фази росту й розвитку: набубнявіння насіння, проростання насіння, сходи, утворення третього листка, кущення, утворення п'ятого, сьомого та одинадцятого листків, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння волоті, цвітіння качана, молочна стиглість, воскова стиглість, повна стиглість. Визначення термічних показників різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи і забезпеченості кожної кліматичної зони теплом дають можливість науково обґрунтувати їх районування та визначити найбільш продуктивні сортозразки для певних ґрунтово-кліматичних умов [27].

Подальше підвищення виробництва зерна кукурудзи можливе за рахунок удосконалення технології вирощування, що дозволить підвищити врожайність на вже чинних площах. Виходячи з нової стратегії виробництва зернових культур, в Україні передбачається довести виробництво кукурудзи до 30 млн т, з яких майже 20 млн т планується експортувати [52, 182].

Для кожної групи стиглості необхідно визначати особливості водного та поживного режимів, оскільки управління їх параметрами дозволяє отримати максимальний рівень продуктивності та окупності різних видів ресурсів [12].

На сьогодні волога залишається одним із лімітуючих факторів отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур загалом і кукурудзи зокрема. Нестача вологи, як правило, характеризується посухою, що буває різного характеру і спричиняє шкоду кукурудзі в різні етапи її розвитку [30].

Вирощування кукурудзи в степовій зоні доцільне лише за застосування зрошення, використання якого сприяє отриманню високих урожаїв зерна культури. Тож не випадково, що в степовій зоні зосереджено 82,8% усіх поливних земель України. Застосування зрошення сприяє постійному забезпеченню рослин необхідною кількістю вологи. Волога є лімітуючим фактором формування високих урожаїв зерна у південному регіоні України. Крім того, за рахунок синергізму суттєво посилюється дія інших не менш важливих факторів продуктивності [195].

У системі зрошуваного землеробства потрібно враховувати навантаження на ґрунт, пов'язане з постійним його зволоженням. За результатами досліджень вчених виявлено, що ґрунту спричиняє шкоду не саме зрошення, а способи, що застосовують, без урахування властивостей ґрунту, інтенсивності, кількості та якості використаної води, а також відсутність уваги до таких властивостей ґрунту, як водопоглинання, водопроникність та ступінь аерації. Тому, під час обробітку ґрунту слід брати до уваги посилене і швидке повторне ущільнення систематично оброблюваних шарів зрошуваного ґрунту [40].

В сучасному зрошуваному землеробстві застосовують три основні режими зрошення: біологічно-оптимальний – спрямований на вологозабезпечення рослин впродовж всього періоду вегетації з метою досягнення максимальної продуктивності культури та отримання від

зрошення значного прибутку; водозберігаючий – який має екологічне спрямування, забезпечуючи істотну економію коштів, енергоносіїв і води для зрошення при незначному зниженні врожайності, порівняно з іншими видами зрошення; ґрунтозахисний – основним завданням якого є зменшення кількості й норм поливу поряд з розподілом поливних норм на декілька частин, рекомендується застосовувати на площах з незадовільним екологічним станом і деградацією ґрунту (ущільнення, засолення, осолонцювання тощо) [96].

Науковцями Інституту зрошуваного землеробства НААН розроблено водозберігаючий режим зрошення кукурудзи, спрямований на отримання максимальної кількості продукції за мінімальних витрат поливної води. Суть цього режиму в застосуванні змінної норми передполивної вологості розрахункового шару ґрунту. Рекомендовано оптимальну вологість ґрунту підтримувати в критичний період розвитку культури (за 12-14 днів до викидання волоті – формування зерна), а в періоди до та після критичного передполивна вологість може бути на 10-15% НВ нижча за оптимальну [38].

Завдяки зрошенню прирости врожаю зерна кукурудзи в Південному Степу становлять від 3 до 5 т/га і більше. Зокрема, згідно даним багаторічних досліджень науковців Інституту зрошуваного землеробства НААН, було встановлено, що, в середньому, за 35 років приріст урожаю на зрошуваних землях півдня України, порівняно з неполивними, становить: кукурудзи на зерно – 6,29 т/га (220%), кукурудзи на силос – 44,6 т/га (246%) [49].

Під зрошувану кукурудзу проводять дворазове дискування під кутом 45° і класичну оранку на глибину 25-27 см. Крім того, велике значення для забезпечення рівномірності зрошення має вирівняність поля. Для цього з періодичністю не менше 2-3 роки необхідно проводити експлуатаційне вирівнювання у діагональних напрямках з наступним чизелюванням [19].

Для нормального росту та розвитку рослинам кукурудзи потрібні макро– та мікроелементи, тому що неповноцінне мінеральне живлення може спричинити гальмування процесів листкоутворення, погіршують запліднення

під час цвітіння, викликають порушення формування та наливу зерна, що дуже негативно відображається на врожайності та якості зерна досліджуваної культури. Нестача азоту найбільше затримує ростові процеси, фосфору – пригнічує розвиток кореневої системи та репродуктивних органів, калію – уповільнення процесу фотосинтезу [51].

Щоб розрахувати кількість добрив на запланований врожай насіння кукурудзи, потрібно для кожного локального масиву враховувати наявність доступних для рослин кукурудзи сполук азоту, фосфору і калію в ґрунті, коефіцієнт їх використання рослинами, частки використання добрив у рік їх внесення та інші природні та антропогенні фактори. Основну частину фосфорних та калійних добрив вносять під зяблеву оранку, азотні – під весняну культивуацію і при підживленнях [83].

Рано навесні ґрунт вирівнюють і проводять ранньовесняне боронування та передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння. За посушливих умов навесні проводять передпосівний полив нормою 150-300 м³/га. Сіють кукурудзу на глибину 5-7 см при прогріванні ґрунту до +10-14,0°C, при цьому використовують міжряддя 70 см. Позитивний вплив відзначено за внесення одночасно з сівбою фосфорних добрив – у середньому 10-20 д.р./га, що повною мірою задовольняє потреби рослин на перших етапах росту й розвитку [15].

Враховуючи те, що кукурудза має подовжений період вегетації, потужну кореневу систему та велику за обсягами надземну біомасу, тому потребує застосування зрошення протягом тривалого поливного періоду та підвищених зрошувальних норм (особливо в так званий «критичний період» – максимальне водоспоживання за 20 днів до цвітіння і через 10 днів після фази формування зерна). Тому для забезпечення високих і сталих врожаїв досліджувана культура потребує інтенсивного штучного зволоження. При плануванні та оперативному коригуванні зрошення необхідно коригувати строки і норми поливів з врахуванням багатьох чинників – поточні погодні умови, група стиглості гібриду, способи поливу,

фази росту й розвитку рослин, величину прогнозованої врожайності тощо [16].

Залежно від особливостей погодних умов розпочинають вегетаційні поливи зазвичай у фазу 8-11 листків. На початку вегетації оптимальним є підтримання передполивного порогу в шарі ґрунту 0,5-0,7 м. Поливна норма становить, в середньому, 400-500 м³ води на 1 га. У Південному Степу України за посушливих погодних умов необхідно поливати досліджувану не менше 3-4 разів. До суттєвого зростання висоти рослин (до того часу, коли культиватор не травмує рослини) після вегетаційних поливів підсохлий ґрунт у міжряддях обов'язково розпушують [18].

Теоретично, продуктивність кукурудзи на поливних землях, з урахуванням надходження ФАР, ефективного фотосинтезу та інших лімітуючих факторів може становити 27,0 т/га. Дослідженнями науковців встановлено, що для формування врожаю зерна 9,0-10,0 т/га кукурудза загальне водоспоживання зростає до 5000-6600 м³/га, причому найбільша питома вага (50-70) при цьому припадає саме на штучне зволоження [60, 73].

На рівні кожного поля з кукурудзою та сівозмін в цілому слід коригувати поливні і зрошувальні норми залежно від біологічних особливостей кукурудзи та інших с.-г. культур, змінювати розрахунковий шар за мірою розвитку кореневої системи – на початку вегетації приймаючи його в межах від 0 до 50 см, а починаючи від цвітіння і до припинення поливів – від 0 до 70 см [109].

Останні роботи вчених Інституту зрошуваного землеробства НААН свідчать про недоцільність застосування змін передполивних шарів впродовж вегетації, наприклад, 0-50; 0-70; 0-100 см. Проте, визначено, що необхідно коригувати розрахункові показники найменшої вологості залежно від механічного складу ґрунтів – на супіщаних ґрунтах найкращі результати забезпечує використання передполивного порогу на рівні 50-60%, на легко- та середньосуглинкових – 65-70, а на важкосуглинкових ґрунтах підвищити його до 75-80% НВ [139].

За використання ресурсоощадних поливних режимів доцільним є диференціація передполивних порогів штучного зволоження залежно від фаз росту й розвитку рослин. Так, врожайність зерна кукурудзи за постійного передполивного порогу 80% НВ становить 8,98 т/га, а за диференційованого – 60-80% НВ – 8,85 т/га. Зниження врожайності незначне, а економія поливної води – 15-20% [66].

За умов посушливого літа, відсутності опадів, високих температур повітря, суховіїв і як наслідок прояву термічного стресу у рослин кукурудзи слід підвищити кількість поливів з 5-7 до 10-12. З метою економії поливної води та збільшення її окупності приростом врожаю зерна необхідно зменшити поливні норми з 600-700 до 400-500 м³/га, а іноді 350-400 м³/га, що має безумовні агротехнічні та еколого-меліоративні переваги. Вчені Інституту кукурудзи НААН рекомендують упродовж вегетації культури чергувати поливи нормою 600-700 та 250-300 м³/га [134].

Заслуговує уваги і пропозиція щодо застосування поливної норми 600-700 м³/га як два окремих поливи з нормами 300-350 м³/га, які проводять з різницею у 3-4 дні. За такої техніки подачі поливної води і високому фоні живлення кукурудза здатна формувати 10-12 т/га зерна [193].

Сучасні технології вирощування кукурудзи на зерно передбачають застосування різних способів штучного зволоження – дощування, по борознах, краплинне та ін. Ці способи мають свої переваги і недоліки і з успіхом використовуються при вирощуванні досліджуваної культури як в Україні, так і в багатьох інших регіонах Землі за умов недостатньої природної вологозабезпеченості. Доведено високу ефективність мікродощування, яке значною мірою відповідає агроекологічним потребам кукурудзи, оскільки зволожує не тільки ґрунт, а також створює сприятливий мікроклімат у приземному шарі повітря та попереджає негативний прояв термічного стресу. Комбіноване застосування різних способів поливу (наприклад, підґрунтового і мікродощування) дозволяє збільшити рівень урожайності зерна на 15-20% за зменшення витрат зрошувальної води на і на

25-30%. Найдоцільнішим за вирощування кукурудзи на поливних землях є економічне моделювання ефективності кожного способу поливу, яке дозволяє розрахувати балансові витрати на здійснення штучного зволоження та порівняти їх з прибутком від одержання додаткового врожаю зерна досліджуваної культури [17].

1.3 Роль гібридного складу, густоти стояння рослин та удобрення у формуванні високих урожаїв зерна

Важливу роль у підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна кукурудзи відіграє правильний добір гібридів для вирощування. Відповідно до висновків вітчизняних науковців, протягом найближчих років весь світовий приріст виробництва продукції рослинництва буде досягнуто за рахунок селекції, тобто нових сортів та гібридів, їх корисних властивостей та якісних показників [77].

У теперішній час вітчизняною селекцією створено низку нових сортів та гібридів кукурудзи, які мають різні морфо-біологічні ознаками і характеристики, відміченості у реакції на дію сприятливих (зрошення, удобрення, захист рослин, обробіток ґрунту тощо) та негативних (високі температури і низька вологість повітря, відсутність опадів, суховії, шкідники, збудники хвороб, бур'яни ті ін.) чинників продукційного процесу. Тож, потрібно диференційовано ставитися до добору гібрида. Особливого значення це набуває тепер, коли велика кількість фермерських господарств (особливо малих за розмірами) не здатні забезпечити високу культуру землеробства, зокрема оптимальну систему удобрення та своєчасне проведення заходів із захисту рослин [68].

Адаптація рослин до нових умов середовища досягається завдяки модифікаційній та генотиповій мінливості, тобто шляхом перебудови комплексу фізіолого-біохімічних та морфо-анатомічних ознак самої рослини в онтогенезі і створення нових норм реакції в філогенезі [150].

За вимогами часу постійно оновлюється гібридний склад в Реєстрі сортів рослин України, що пов'язано з високим рівнем конкуренції між різними оригінаторами та бажанням агровиробників висівати гібриди з високою продуктивністю і якістю. Інноваційні гібриди інтенсивного типу характеризуються суттєвими відмінностями у тривалості періоду вегетації, висотою рослин, площею листової поверхні, врожайністю і якістю зерна, стійкістю до основних збудників хвороб, окупністю врожаєм поливної води та добрив, показниками збиральної вологості та ін. [90].

Застосування сучасних високопродуктивних гібридів кукурудзи інтенсивного типу з високими показниками біологічної продуктивності та адаптивності дозволяє підвищити врожайність зерна та зменшити показники збиральної вологості, що має вагоме значення з точки зору ресурсоощадження. Актуальними є вивчення і добір сучасних гібридів з метою встановлення їх адаптивних властивостей у конкретних природно-кліматичних умовах, що є важливим фактором повноцінного використання генетичного потенціалу і підвищення продуктивності зерна кукурудзи [187].

При виборі певних гібридів різних груп стиглості агровиробники приділяють значну увагу їх адаптивності до несприятливих біотичних і абіотичних чинників. Так, дуже важливе значення має стійкість гібридів до високих температур повітря, причому значення цієї властивості буде підвищуватись внаслідок змін клімату та його аридизації. Вітчизняні та закордонні селекціонери спрямовують свою діяльність на створення гібридів, що мають як високий потенціал урожайності, так і толерантність до несприятливих умов зовнішнього середовища – посуха, дефіцит вологи, ураження шкідниками, пошкодження хворобами тощо [80].

У міжнародній практиці існує декілька систем індексування гібридів за тривалістю вегетаційного періоду. В Україні загальноприйнятою є європейська система градації термінів стиглості гібридів кукурудзи за показником ФАО (від англ. FAO – Food Agronomy Organization – Департамент сільського господарства та продовольства Організації

Об'єднаних Націй). За цією класифікацією сортове різноманіття розподіляється на 900 одиниць – від 100 до 999. Умовно в групу ФАО 100-199 входять ранньостиглі гібриди, 200-299 – середньоранні, 300-399, 400-499 – середньопізні, 500 і більше – пізньостиглі. Агрокліматичні умови Південної степової зони України мають високий рівень забезпечення тепловими ресурсами, що за умов зрошення забезпечує можливість вирощування гібридів різних груп стиглості – від ранньостиглої групи з ФАО від 100 до 199 до середньопізньої – ФАО від 400 до 499. Створені селекціонерами гібриди кукурудзи ФАО 200-500 забезпечують урожайність 12-14 т/га зерна за вологості зерна 12-14%, що дозволяє проводити збирання з мінімальними витратами на досушування та використовувати гібриди в енергоощадних технологіях [55, 180].

У системі агротехнічних заходів вирощування кукурудзи важливе місце займає планування кількості насіння під час сівби. При цьому слід враховувати показники його схожості та планову густоту стояння рослин, яка є оптимальною для локальних умов кожного поля і сівозміни. Індивідуальний підхід з встановлення оптимальної густоти стояння рослин дозволяє повною мірою використати природні й агротехнічні ресурси, отримати високі, якісні та економічно обґрунтовані врожаї кукурудзи за використання інтенсивних, ресурсощадних та біологізованих технологій вирощування, особливо на зрошуваних землях за підвищеної густоти стояння рослин та доз мінеральних добрив [36, 164].

В практиці світового землеробства оптимальну густоту стояння рослин кукурудзи різних груп стиглості необхідно визначати в польових дослідах і коригувати залежно від ступеню інтенсифікації агротехнологій, груп ФАО гібридів, даних агрохімічних досліджень та вмісту поживних речовин в ґрунті, погодних умов у конкретні роки вирощування тощо [39, 205, 209]. Закордонними вченими встановлено, що оптимальна ступінь загущення кукурудзи для різних ґрунтово-кліматичних зон нашої планети становить: Південна Африка – 17,5-20,0 тис. шт./га, США – 30-40; країни

ЄС – 50-75 тис./га [57]. Отже, про необхідність коригування густоти стояння рослин для певних ґрунтово-кліматичних та економічно-господарських умов науково обґрунтована дослідженнями як вітчизняних, так і зарубіжних учених [16, 21, 123].

Ступінь загущення рослин кукурудзи значно впливає на темпи їх росту й розвитку. Деякі вчені [17, 56, 174, 182, 188] стверджують, що при загущенні в умовах неполивного землеробства формування генеративних органів і дозрівання запізнюється. Також є експериментальні дані [47, 50, 85], які доказують, що загущеність рослин скоростиглих гібридів, значно прискорює їх дозрівання. Такі суперечливі дані свідчать про те, що вплив густоти стояння на темпи росту і розвитку рослин проявляється по різному, що обумовлено агротехнічними, ґрунтово-кліматичними, а також морфо-біологічними особливостями гібридів кукурудзи [67, 70, 77, 79, 165].

Дослідженнями встановлено, що для умов Північної частині степової зони України оптимальна густота стояння рослин для середньоранніх та середньостиглих гібридів кукурудзи без зрошення повинна складати 30-35 тис. шт./га, а пізньостиглих – 20 тис. шт./га [175].

При обмежених зрошувальних нормах густоту стояння рослин кукурудзи необхідно зменшувати, а при підвищених, навпаки, збільшувати. Найбільш економічно вода використовується при густоті стояння 60 тис. шт. на 1 га [10].

Згідно багаторічних досліджень найбільш високий врожай кукурудзи був отриманий при вегетаційних поливах з підтриманням вологості ґрунту не нижче 80% від найменшої вологості та густоті стояння рослин 60 тис. шт./га [186].

Досліди з вивчення впливу густоти стояння рослин кукурудзи на зрошуваних землях степової зони України показали, що за біологічно оптимального режиму зрошення найкращі результати забезпечує формування густоти стояння рослин на рівні 60-70 тис. шт./га [97, 108, 115, 134, 155].

Визначено, що ефективність виробництва зерна того чи іншого гібрида, підвищення його конкурентоспроможності значною мірою залежать від стану його насінництва, продуктивності і рентабельності вирощування насінневої продукції його батьківських форм. Так, при вирощуванні батьківських форм і дослідженні чотирьох градацій густоти стояння рослин (40, 50, 60, 70 тис. шт./га) при п'яти строках сівби встановлено, що найоптимальнішими виявилися – ранній строк сівби 20 квітня за густоти стояння 60 тис. шт./га [4].

Найвищий рівень урожайності гібрида Дніпровський 203 МВ при ранньому строкові сівби (25 квітня) одержано у варіантах густоти рослин 70 тис. шт./га, а при другому (5 травня) – 60 тис. шт./га. Подібні варіанти густоти на ділянках гібридизації гібрида Дніпровський 284 МВ не дали достовірних змін урожайності, хоча за роки досліджень збереглася тенденція підвищення врожаю за густоти рослин 60 тис. шт./га [128].

Вивчення реакції рослин кукурудзи при висіванні батьківського компоненту в міжряддя за густоти стояння 40 і 60 тис. шт./га на ділянках гібридизації простого гібрида Піонер 3978, трилінійного – Дніпровський 310 та подвійного міжлінійного – Славутич 210 показала, що максимальна врожайність гібридного насіння простого гібриду Піонер 3978 (1,84 т/га) отримана за густоти посівів 60 тис. шт./га, а Дніпровського 310 (3,64 т/га) і Славутича 210 (3,95 т/га) за густоти стояння 40 тис. шт./га [105].

На думку Югенхеймера Р.У. [193] кількість рослин кукурудзи на одиницю площі слід регулювати відповідно з продуктивністю ґрунту та вологозабезпеченістю рослин. Підвищення густоти стояння рослин кукурудзи з 37 до 86 тис. шт./га підвищувало врожай відповідно на 37 і 48%.

Результати досліджень свідчать про те, що вплив густоти стояння на темпи росту та розвитку кукурудзи виявляється по-різному й обумовлено агротехнічними, ґрунтово-кліматичними чинниками, а також морфо-біологічними особливостями рослин кукурудзи [58, 87].

В польових дослідах на території Інгулецького зрошуваного масиву визначено, що за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га швидкість наростання площі листкової поверхні, продуктивність її функціонування та вегетаційний період на таких ділянках був максимальний. За підвищення густоти стояння рослин до 85-90 тис. шт./га призводило прискорення проходження фаз росту й розвитку, передчасному завершенню вегетації. Проте в сучасних технологіях вирощування необхідно враховувати не продуктивність однієї рослини або індивідуальну площу асиміляційної поверхні, а в першу чергу врожайність і якість зерна. Тому оптимальним напрямом оптимізації технологій вирощування кукурудзи є її вирощування за високої густоти стояння рослин – 70-90 тис. шт./га [124].

При вивченні густота стояння рослин (40, 50, 60 тис. шт./га) гібриду кукурудзи W64УС встановлено, що в посушливі роки загущення рослин негативно впливає на врожай зерна внаслідок зниження кількості зерен на качанах, дрібнозерністю, підвищенням питомої ваги безплідних рослин, а у вологі роки відмічений прямий позитивний вплив максимальної густоти стояння 60 тис. шт./га [63].

При значному дефіциті вологи в першу половину вегетації та достатньому зволоженні в другу його половину, економічно вигідним є вирощування гібриду Докучаєвський за густоти стояння 60 тис. шт./га [52].

У дослідах, які були проведені на Синельниківській селекційно-дослідній станції збільшення листкового індексу рослин кукурудзи в 2,2 та фотосинтетичного потенціалу в 2,6 рази було досягнуто при густоті стояння рослин 60 тис. шт./га в поєднанні з режимом зрошення 75-80% НВ [176].

Дослідження ВНДІК показали, що при вирощуванні простих гібридів кукурудзи при поливах за схемою 80% НВ, найбільш ефективною була густота 70 тис. рослин на 1 га [175].

При сприятливому водному режимі в умовах Киргизстану найбільша активізація продукційних процесів спостерігалась за густоти стояння 80 і 70 тис. шт./га, у варіантах з такою щільністю посівів сформувалася площа

листяної поверхні рослин кукурудзи 68,2 і 62,6 тис.м²/га, відповідно [163].

Вивчення густоти стояння рослин кукурудзи на зрошуваних площах Степу України показало, що за реалізації біологічно оптимального режимі зрошення та високих нормах мінеральних добрив найкращі результати забезпечила густота стояння рослин у межах 60-65 тис. шт./га. Доведено, що гібриди середньостиглої групи формують максимальну врожайність зерна і зеленої маси за використання густоти стояння рослин в діапазоні 70-75 тис. шт./га [126].

Оптимальна густота посіву при вирощуванні кукурудзи (при режимі зрошення 80% НВ) складає для пізньостиглих гібридах ВІР 156 і Дніпровський 90 – 50-60 тис. шт./га, при менш оптимальному поливному режимі (70% НВ), густоту рослин кукурудзи необхідно зменшувати до 50 тис. шт./га [17].

При диференційованому режимі зрошення 60-80-60%, 60-70-60 та 80-80-80% НВ (шарі ґрунту 0,5-0,7-0,7 м, відповідно) середньораннього гібриду Піонер 3978 оптимальною виявилася густота стояння рослин 80 тис. шт./га. Крім того, в польових дослідженнях доведено ефективність використання водозберігаючих режимів зрошення з диференційованим передполивним порогом 60-80-60% НВ за трьома фазами розвитку рослин – перший період «сходи – до цвітіння»; другий – «цвітіння – формування зерна»; третій – «формування зерна – молочно-восковий стан зерна» [70].

Продуктивність середньостиглих гібридів кукурудзи при вирощуванні на силос на зрошуваних світло-каштанових ґрунтах Волгодонського межиріччя була взаємопов'язана з диференціацією густоти стояння й режим зрошення. Так, врожайність кукурудзи на силос кукурудзи гібрида Краснодарський 440 при підтримці вологості активного шару ґрунту на рівні 60-70% НВ та густоті стояння рослин 70-800 тис. шт./га складала 40 т/га, при 70-80% НВ і густоті 90 тис. шт./га – 62 т/га, при 80% НВ і 90 тис. шт./га – 81 т/га, відповідно [86].

Науково-дослідні установи Австрії, Франції та Німеччини рекомендують вирощувати гібриди кукурудзи за густоти стояння 70-100 тис. рослин на 1 га, оптимальному режимі зрошення і підвищених нормах NPK, що забезпечує одержання індексу листової поверхні 5,5 та максимальний приріст сухої речовини [201, 215].

Доведено, що формування продуктивності і величина врожаю кукурудзи як і інших сільськогосподарських культур, обумовлено дією та взаємодією багатьох природних і агротехнічних чинників, наявністю й доступністю для них в ґрунті вологи і поживних речовин у ґрунті, густоти стояння рослин, негативним впливом шкідливих організмів тощо. Важливе значення на врожайність і якість зерна має вплив погодних умов – температура і вологість повітря, кількість опадів, показники сонячної радіації, суховії. Слід відзначити, що застосування зрошення не здатне повною мірою попередити негативний прояв посухи, зокрема температур повітря понад 35-40°C, коли внаслідок термічного стресу, навіть за достатнього забезпечення рослин вологою і поживними речовинами, припиняються фізіологічні й біохімічні процеси, зменшується врожайність зерна та погіршується його якість [16, 19, 37, 48].

За даними О. О. Ничипоровича [122], термічний стрес за посушливих погодних умов і відсутності продуктивної вологи в ґрунті обумовлює фізіологічні процеси в середні рослин, погіршує фотосинтетичну діяльність посівів досліджуваної культури, спричиняє недобір урожаю.

Результати польових досліджень свідчать про те, що засвоєння рослинами фосфору в більшій мірі обмежується за умов достатнього зволоження і при дефіциті тепла. Концентрація N і K в продукції вище в нормальні за вологозабезпеченістю та у вологі роки, а фосфору, навпаки, - у посушливі [176].

С. Д. Лисогоров стверджує, що зволоження ґрунту сприяє вимиванню розчинених поживних речовин (особливо нітратів) та переміщенню їх вниз за ґрунтовим профілем. Через деякий час після поливу, коли розпочинається

випарування та піднімання води, розчинені поживні речовини знов мігрують в верхні шари ґрунту [90].

Багато авторів стверджують, що за дефіциту хоча б одного з елементів живлення погіршуються темпи лінійного росту, погіршуються процеси утворення листя та цвітіння, проявляється недорозвиненість зерна [2, 6, 52, 58, 101 та ін.]. Найбільшу небезпеку має нестача азоту, при якій врожайність може зменшитись на 20-3% і більше, також за таких умов погіршується якість зерна [180]. Нестача фосфорного живлення впливають на розвиток коріння, погіршує розвиток репродуктивних органів [33]. Калій необхідний для фотосинтетичної діяльності рослин [122, 123].

Кукурудзі необхідна велика кількість поживних речовин. Вона виносить з ґрунту в умовах зрошення півдня України на темно-каштанових ґрунтах: азоту – до 240 кг/га, фосфору – понад 100 і калію біля 200 кг/га [75].

У досліджах УкрНДІЗЗ винос поживних речовин з врожаєм зрошеної кукурудзи складав: азоту - 180,8, фосфору – 86,4 та калію – 226,7 кг/га, а незрошеною відповідно: 79,1, 24,0 та 90,2 кг/га [136].

Дослідженнями вчених ВНДІК встановлено, що на формування 8,0-10,0 т/га зерна рослини кукурудзи при зрошенні в залежності від гібрида, добрив, густоти стояння та інших факторів поглинають з ґрунту: азоту – 190-220 кг/га, фосфору 80-100 та калію 200-230 кг/га [177].

Встановлено, що за вирощування кукурудзи на поливних землях найбільше значення має фон азотного живлення, оскільки цей макроелемент сприяє нормальному росту й розвитку, дозволяє сформувати потужну кореневу систему та велику надземну біомасу, отримати високу врожайність якісного зерна, що у кінцевому результаті сприяє підвищенню економічної ефективності зерновиробництва [33].

У досліджах К. Н. Керєфова, М. К. Керєфової та Х. М. Унежева при розробці сортової агротехніки кукурудзи в неполивних умовах КБАРСР

найбільш ефективним внесення $N_{150}P_{150}K_{90}$ при вирощуванні середньопізніх форм кукурудзи [66].

За використання інтенсивних технологій вирощування кукурудзи, зокрема підвищених норм мінеральних добрив та зрошення на фоні дефіциту природного вологозабезпечення в умовах Південного Степу України на темно-каштанових, каштанових і світло-каштанових ґрунтах і чорноземах південних проявляється синергізм практично всіх елементів сортової агротехніки. При цьому помітно зростає роль добрив, у першу чергу азотних і фосфорних, які забезпечують високу врожайність на зрошуваних землях, порівно з неполивними умовами. За вирощування досліджуваної культури при біологічно оптимальних режимах зрошення дози азотних добрив слід використовувати на не менше 120-150 кг д.р./га, фосфорних – 60-120 кг. Фон азотного і фосфорного живлення необхідно коригувати залежно від гібридного складу, вмісту цих елементів живлення в ґрунті, рівня врожайності, погодних умов у період вегетації та інших чинників [83, 153, 180].

Визначено, що приріст урожаю зерна кукурудзи від азотного добрива на темно-каштанових ґрунтах становить 13,1-22,0%, на чорноземах південних - 11,6-19,5% від контролю. Цей показник при сумісному внесенні азоту й фосфору досягав відповідно 37,0-57,0 і 30,2-51,5% [179].

Максимальний врожай зерна кукурудзи в умовах зрошення у межах від 6,93 до 9,91 т/га забезпечує застосування повного мінерального добрива ($N_{180}P_{90}K_{30}$) [49].

Ефективність внесення фосфорних добрив під кукурудзу, як правило, нижче, ніж азотних, та значно залежить від рівня рухомих фосфатів в ґрунті [60, 148, 172]. Калійні добрива в зв'язку з високим вмістом калію в більшості ґрунтів півдня України малоефективні. За висновками багатьох вчених [61, 71, 154] внаслідок природного забезпечення ґрунтів Південного Степу України калієм, недоцільно засовувати калійні добрива, крім випадків

дефіциту цього макроелементу й прояву дефіциту при вирощуванні досліджуваної культури як на зрошуваних, так і на неполивних землях.

За даними І. Д.Філіп'єва та К. С. Лисогорова [180] мінеральні добрива та зрошення впливали на якість зерна кукурудзи. Так, у середньому за три роки, кукурудза у варіантах без внесення добрив і без поливів містила в зерні азоту 1,60%, фосфору 0,59%, калію 0,54%, золи 1,60% та жиру 6,65%, а з внесенням $N_{150}P_{90}K_{20}$ – відповідно 1,95; 0,65; 0,53; 1,70; 6,25. Проведення вегетаційних поливів значно поліпшило якість зерна. Вміст вказаних речовин тут становив відповідно 1,70; 0,68; 0,54; 1,70 і 5,54%.

У польових дослідях встановлено, що на початкових етапах органогенезу кукурудзи (сходи – 4-5 листків) дуже важливе значення має високий фон азотного живлення. Крім того, у цей же час відзначено критичний період щодо наявності фосфору, особливо при закладанні у досліджуваної культури 3-4 листків. В подальші фази росту й розвитку необхідно забезпечити посіви азотом у найважливіший період інтенсивного росту, який розпочинається за 15-20 днів перед цвітінням і завершується після цієї фази. Фосфорне живлення також необхідне рослинами наприкінці вегетації – починаючи від фази формування й наливу зерна. Також протягом майже всього вегетаційного періоду проявляються високі потреби рослин кукурудзи у калії – від початку сходів і до викидання рослинами волоті, при цьому критичний період у споживанні K_2O відзначено у період утворення та розвитку ниток качанів [147]. За даними R. Church [204] під кукурудзу на полях Англії та Уельсу дози азотних добрив складали в середньому за 1977-1979 рр. 75-125 кг діючої речовини на 1 га.

У дослідях університету штату Північна Кароліна (США) вивчали вплив азотних добрив на продуктивність кукурудзи. Вносили 60, 80, 100, 140 кг/га. Максимальна врожайність отримана при застосуванні N_{100} - N_{140} , а строки внесення добрива не впливали на їх ефективність [210].

Дослідники Ansoage H., Jauert R. на ґрунтах північної Німеччини рекомендують вносити під кукурудзу: азоту - 80-110 кг/га, фосфору - 60-90

кг/га. Внесення азотно-фосфорних добрив дозволяє суттєво підвищити продуктивність рослин і значно збільшити економічну ефективність виробництва зерна кукурудзи [196].

Практично усі закордонні дослідники свідчать про позитивний вплив внесення добрив, особливо в умовах зрошення, на урожайність і якість зерна кукурудзи [213, 217, 221].

Висновки до розділу 1

1. Кукурудза є однією з основних культур на сучасному етапі світового виробництва зерна, посідає почесне третє місце після пшениці та рису, а за рівнем біологічної врожайності, яка досягає 30 т/га, взагалі займає перше місце серед зернових. В різних країнах світу в продовольчих цілях використовують приблизно 20% зерна кукурудзи, 15-20% в промислово-індустріальній сфері для виробництва масел і палива, все інше – на кормові потреби в галузі тваринництва. Підвищення попиту на споживання кукурудзи та зростання обсягів її виробництва пов'язане насамперед з подорожанням енергоресурсів, коли культура стала основною сировиною для виробництва біоетанолу.

2. За умов глобальних і регіональних змін клімату, істотного зростання температурного режиму, порушення циклічності надходження атмосферних опадів, зростає роль штучного зволоження для стабілізації зерновиробництва та подолання втрат рослинницької продукції внаслідок дефіциту вологи. Завдяки зрошенню прирости врожаю зерна кукурудзи в Південному Степу становлять від 3 до 5 т/га та більше.

3. Важливу роль у підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна кукурудзи відіграє правильний добір гібридів для вирощування. Нові гібриди досліджуваної культури мають потужний біологічний потенціал та адаптивність до посушливих умов зони Степу України, здатні позитивно реагувати на зрошення та підвищений фон мінерального живлення.

4. Найвпливовішими чинниками впливу в умовах Південного Степу України на рівень зернової продуктивності кукурудзи є застосування зрошення, гібридний склад, густина стояння рослин та оптимізація системи удобрення.

5. Більшу частину проаналізованих досліджень з визначення впливу фону живлення та густоти стояння рослин за вирощування гібридів кукурудзи проводили в неполивних умовах, отже, постає необхідність у проведенні подібних дослідів саме в умовах зрошення Південного Степу України для повного вивчення дії досліджуваних факторів на формування зернової продуктивності сучасних гібридів.

Таким чином, кожен з гібридів кукурудзи різних груп стиглості потребує встановлення оптимального ступеня густоти стояння рослин та забезпечення елементами мінерального живлення з метою отримання максимальної продуктивності посівів, повного використання ґрунтово-кліматичних умов та генетичного потенціалу рослин, підвищення економічної та енергетичної ефективності за зменшення антропогенного тиску на агроєкосистеми. Недостатня вивченість вищенаведених актуальних проблем для умов півдня України обумовила необхідність проведення відповідних досліджень з даного напрямку.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

При проведенні досліджень рослинництві та землеробстві необхідно враховувати природні (температура й вологість повітря, кількість атмосферних опадів та ін.) та антропогенні (зрошення, гібриди, строки сівби, густота стояння рослин тощо) чинники, які суттєво впливають на показники продуктивності сільськогосподарських культур. Проблема виявлення взаємодії факторів, поставлених на вивчення, у таких дослідженнях обумовлена сукупністю експериментальних даних, що мають взаємозв'язки природного та антропогенного характеру. Крім того, вплив окремих чинників у складних агротехнологічних системах пов'язаний з неконтрольованим впливом метеорологічних умов, шкідливих організмів, відмінами водного, поживного та повітряного режимів на локальних мікроділянках полів сівозмін тощо.

З метою отримання достовірної інформації слід планувати й проводити польові дослідження з встановлення дії та взаємодії різноманітних чинників на продуктивність сільськогосподарських культур, встановлювати економічну та енергетичну ефективність застосування найважливіших елементів агротехнологій, за допомогою супутніх досліджень визначати їх вплив на ростові процеси, якість земна тощо [208].

Польові дослідження були проведені впродовж 2016-2018 рр. на території дослідного поля Миколаївського національного аграрного університету, яке знаходиться в південно-західній частині Миколаївського району, Миколаївської області, відноситься до підзони Південного Степу. Центральна садиба знаходиться в селі Благодарівка. Територія дослідного господарства має два відділки: перший – с. Благодарівка; другий – с. Маловарварівка. Відстань від центральної садиби дослідного господарства до районного та обласного центру м. Миколаїв становить 30 км, до пункту

реалізації зерна – 25 км, реалізації молока – 35 км, до залізничної станції – 30 км.

2.1 Агрохімічна характеристика ґрунтового покриву дослідного поля

Ґрунт ділянки проведення досліджень – чорнозем південний середньо-суглинковий, слабкосолонцюватий, при глибокому рівні залягання ґрунтових вод. Ґрунтоутворюючою породою є лесовидний суглинок, збагачений на вапно та гіпс, типовий для зрошуваної зони півдня України. Загальна шпаруватість у шарі ґрунту 0-40 см становить 47% [125].

Гумусовий горизонт темно-сірий із каштановим відтінком, становить 47-52 см і характеризується солонцюватістю та вузьким співвідношенням Ca^{2+} і Mg^{2+} (2,5-2,8); високою розпушеністю, зв'язністю, схильний до запливання, має грудучкувато-зернисту структуру. Він вміщує значну кількість решток коренів культурних рослин та бур'янів. Орний горизонт знаходиться в межах 0-30 см. Перехідний горизонт має крупнозернисту, або грудкувато-призматичну структуру. Під гумусним горизонтом залягає карбонатний ілювій у вигляді білозірки. Крім того, при висиханні ґрунт відзначається високою щільністю, низькою водопроникністю й схильний до набухання.

Найменша вологоємність 0-70 см шару ґрунту складає – 22,0%, вологість в'янення – 9,7% від маси сухого ґрунту, щільність складення – 1,40 г/см³. В орному шарі ґрунту міститься гумусу 2,9 – 3,2%, рухомого фосфору – 31 - 38 та обмінного калію – 332 – 525 мг/кг ґрунту. Валового азоту в ґрунті міститься 0,20-0,25%, фосфору – 0,12-0,14%.

Ґрунтовий поглинаючий комплекс насичений переважно кальцієм і магнієм. Реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів близька до нейтральної або слабо лужна (рН = 6,8 - 7,2), вниз по профілі зростає. За характеристикою ґрунтова відміна є типовою чорнозему південного для

степової зони півдня України.

2.2 Клімат Південного Степу України та погодні умови в роки проведення досліджень

Характерним для зони Південного Степу України є посушливий клімат континентального типу, з недостатньою кількістю атмосферних опадів та їх нерівномірним розподілом протягом року, низькою відносною вологістю повітря, теплою осінню та зимою, а також тривалим безморозним періодом. В регіоні майже щороку бувають періоди із сильними вітрами, пиловими бурями, суховіями, які завдають значної шкоди сільському господарству [211].

Згідно багаторічних спостережень агрометеостанції м. Миколаїв, щорічне надходження сумарної радіації становить 115-116 ккал/см², з яких 94-95 ккал/см² надходить протягом вегетаційного періоду. Прихід фотосинтетичної активної радіації за період вегетації сягає 45-50 ккал/см².

Тривалість вегетаційного періоду складає 210-230 днів, а безморозного 170-220 днів, сума активних температур повітря (вище +10,0°C) становить 3200-3500°, середньорічна температура повітря коливається в межах 9,7-11,7°C, найбільш спекотного місяця (липня) – 23,1°C і найбільш холодного місяця (січня) – мінус 3°C. Абсолютний максимум температур дорівнює 37-42°C, абсолютний мінімум – 29-35°C [211].

У Південному Степу України щорічна сумарна кількість опадів становить 373,4 мм (норма), але за роками може істотно змінюватись і коливатись від 159,0 (в 1921 р.) до 679,0 мм (в 1997 р.). Максимальна кількість опадів зазвичай випадає у червні – біля 47,3 мм, мінімальна – у лютому та березні – щомісячно біля 22,5 мм. Зазвичай протягом року налічується 100-120 днів з опадами 0,1 мм і більше; опади, що перевищують 5 мм, випадають тільки протягом 21-23 днів. Основна кількість опадів (60-70%) випадає у теплий період року, переважно у вигляді злив, які, як

правило, супроводжуються шквалистим вітром, а інколи і градом. У середньому за добу випадає максимум 50-60 мм опадів, а в деяких випадках – 150-180 мм. Для даної зони характерними є тривалі бездощові періоди – до 50-60 днів [211].

У регіоні повітряна і ґрунтова посухи спостерігаються, практично, щороку. Протягом року відносна вологість повітря знижується до 30% і менше, а при сильних суховіях – до 10-15%, протягом 40-60 днів. Вірогідність значних посух у травні-серпні – 80-100%. Гідротермічний коефіцієнт, тобто відношення кількості опадів за період зі середньодобовою температурою вище 10°C до суми температур за той самий період зменшений у 10 разів, тут становить 0,6-0,7, що свідчить про посушливість клімату [211].

В даному регіоні максимальні запаси продуктивної вологи за неполивних умов у зоні розміщення основної маси кореневих систем рослин спостерігаються весною. На цей час у метровому шарі ґрунту вони складають, у середньому 90-110 мм, у посушливі роки – 50-70 мм, а глибина промочування не перевищує 40-60 см. У вологі роки зі значними опадами у осінньо-зимовий період глибина промочування досягає 150-170 см [211].

Зими – нетривалі й малосніжні, з нестійкими морозами та відлигами, однак в окремі роки бувають досить суворими. Сніговий покрив невеликий – 5-6 см, в окремі періоди – 10-20 см. Сильні зимові вітри здувають сніг з відкритого Степу в зниження, від чого ще більше зменшується поверхнєве зволоження ґрунту. Відлиги зимою бувають часто, а сніговий покрив нестійкий. Середня глибина промерзання 40-50 см, можлива – до 100-120 см. Ґрунт повністю розтає, як правило, у третій декаді березня [211].

Весна коротка, не більше двох місяців, прохолодна та посушлива, з поступовим наростанням відносної вологості повітря та збільшенням кількості сонячних днів. У березні випадає, в середньому, 26 мм опадів. Квітень і особливо травень – теплі. Середньомісячна температура повітря складає відповідно +10,0°C та +16,0°C, а максимальна – у квітні +29°C, травні +34°C. Весняні заморозки припиняються, в середньому, у другій

декаді квітня, але в окремі роки вони спостерігаються й пізніше [211].

Літо жарке та посушливе, середньомісячна температура самого теплого місяця – липня складає $+21,9^{\circ}\text{C}$, а в окремі дні вона доходить до 39°C і більше. Такі високі температури призводять до пригнічення ростових процесів рослин навіть у випадку доброго забезпечення вологою. Здебільшого негативний вплив посухи на продуктивність кукурудзи та інших культур проявляється в червні і триває до серпня місяця. Влітку випадає найбільше опадів і переважно у вигляді злив, але волога швидко випаровується та не дає глибокого зволоження ґрунтів. Запаси вологи в ґрунті створюються, в основному, за рахунок осінніх опадів та від весняного сніготаяння, проте навіть у цей період ґрунти зволожуються неглибоко, внаслідок чого продуктивної вологи буває небагато [211].

Осінь тепла й суха; починається при переході середньодобових температур через $10,0^{\circ}\text{C}$. Характерною особливістю осіннього періоду Південного Степу є повернення тепла із сонячною погодою. Важливим показником теплового режиму є сума температур вище $10,0^{\circ}\text{C}$, яка в цьому регіоні складає $3200\text{-}3400^{\circ}$. У вересні температура повітря в першій декаді складає $18,7^{\circ}\text{C}$, у другій – $16,8^{\circ}\text{C}$, у третій декаді спостерігається перехід її через 15°C . Перші заморозки наступають у другій половині жовтня [211].

Під час проведення експериментальних досліджень за період 2016-2018 років метеорологічні умови були типовими для даного регіону, проте помітно відрізнялися кількістю атмосферних опадів за роками та їх розподілом у вегетаційний період [211].

Для всебічної характеристики погодних умов використовували дані метеоспостережень метеостанції м. Миколаїв.

Порівняння кількості опадів, які надійшли протягом вегетаційного періоду досліджуваної культури можна зробити висновок, що найсприятливіші умови для росту й розвитку рослин склалися у 2018 році, коли кількість опадів у липні склала 70 мм, у вересні – 79 мм (рис. 2.1).

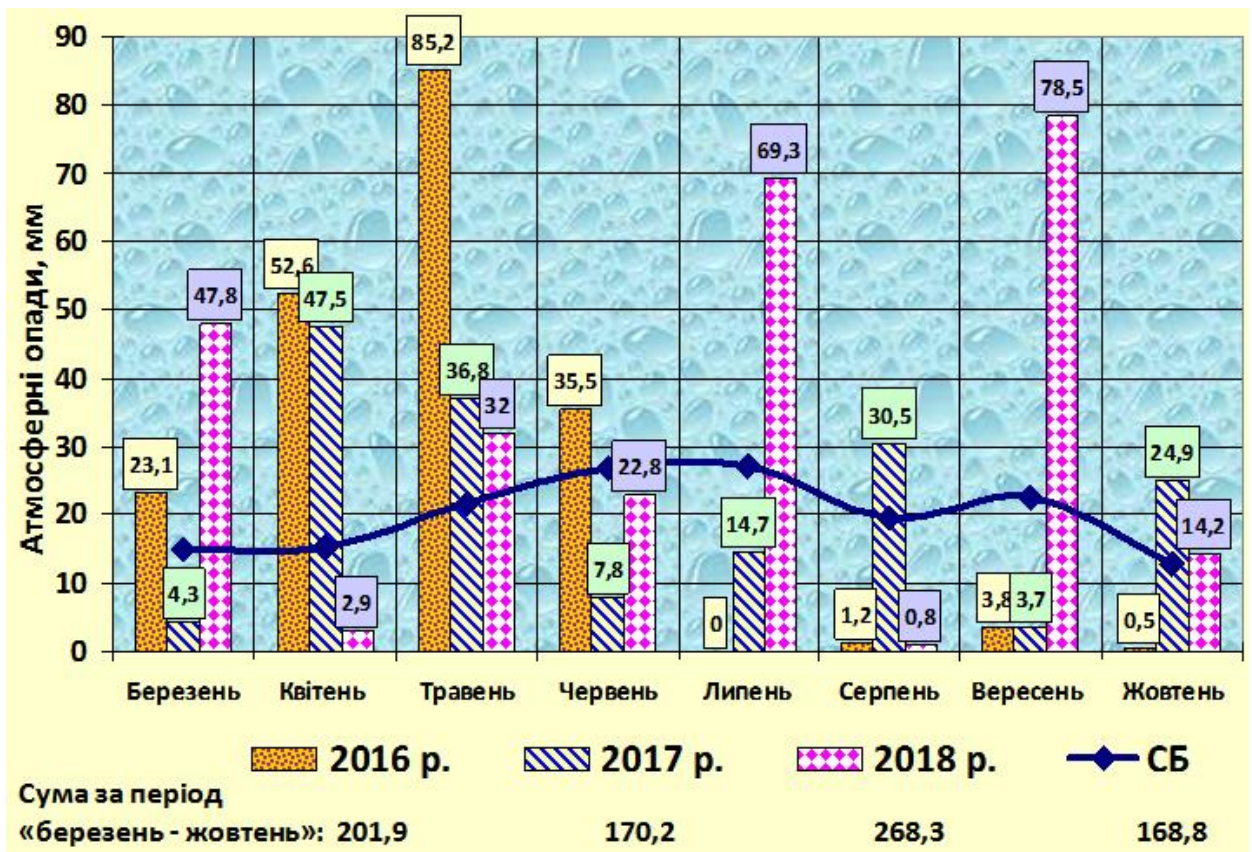


Рис. 2.1 Динаміка кількості атмосферних опадів у різні місяці за роками досліджень та середньобагаторічні їх показники (СБ) (за даними Миколаївської агрометеорологічної станції [138])

У 2016 році всього за період з березня по жовтень місяці випало 270 мм опадів, що на 40% більше за середньобагаторічну норму. Після високої кількості опадів на початку вегетаційного періоду кукурудзи у квітні та травні місяцях, проявився гострий дефіцит у період з липня по жовтень, коли їх кількість була в межах від 0 до 3,8 мм. Весною цього року спостерігали теплу погоду з опадами у вигляді мряки й дощу. Середня за декаду температура повітря склала 7,8°C, що на 7,9°C вище норми. За цей період випало 9,4 мм опадів за норми 6 мм. В другій декаді березня спостерігали прохолодну без суттєвих опадів погоду. Середня температура повітря була майже в два рази вище норми і склала 4,3°C, випадіння опадів було незначне і склало 0,3 мм за норми 9 мм. В третій декаді березня спостерігали теплу з опадами погоду, їх кількість склала 9,8 мм за норми 11 мм. На початку квітня, хоча і відбулося швидке наростання температури до 15-25°C, але

різких коливань температури не спостерігали [138].

В цілому, утворилися сприятливі умови для сівби, росту й розвитку культури. Максимальних показників весняна температура повітря досягла в травні і становила 26,9°C, мінімальні температурні значення було зафіксовано під час короткочасних приморозків в другій декаді березня, а саме – 5,8°C (20 березня). Опадів за весняний період випало 211,4 мм за норми 101 мм, або 209,3%: в квітні випало 68,8 мм, а в травні 86,9 мм. На кінець третьої декади травня опадів випало 20,7 мм, або 159% декадної норми [138].

Літо 2016 р. було жарке та посушливе, середньомісячна температура самого теплого місяця – липня склала +24,4°C, а в окремі дні вона доходила до 38,0°C і більше. Такі високі температури призводили до пригнічення ростових процесів рослин кукурудзи. Влітку опади випадали переважно у вигляді злив, але волога швидко випаровувалася та не давала глибокого зволоження ґрунтів. На момент збирання врожаю культури в третій декаді серпня спостерігали теплу без опадів погоду [138].

Вересень загалом характеризувався сухою і теплою погодою. Середньомісячна температура повітря цього періоду склала 18,7-22,0°C. Максимальна температура повітря підвищувалась до 31,4°C (6 вересня), мінімальна – знижувалась до 7,9°C (20 вересня). Опадів до моменту збирання не спостерігали [138].

У 2017 році за період вегетації кукурудзи недостатня кількість опадів. Проте, погодні умови початкових етапів росту й розвитку рослин були сприятливими завдяки вологому квітню. У період формування й наливу зерна досліджуваних гібридів кукурудзи встановилася жарка та бездощова погода з високими температурами повітря і суховіями. У першу декаду червня середньодобова температура повітря становила 29,8°C, що вище за норму. Несприятливими були умови цього року і для формування запасів вологи, що відобразилося в подальшому на стані посівів культури [138].

Погодні умови 2018 року були типовими і майже не відрізнялись від

середньобагаторічних даних за кількістю опадів, сумою ефективних температур та вологістю повітря [138].

У травні встановилася тепла без суттєвих опадів погодою. Максимальна температура підвищувалась, у повітрі до +32,40, на поверхні ґрунту до +60,60. Мінімальна температура знижувалась, у повітрі до +7,60, на поверхні ґрунту до +3,10, на висоті 2 см від поверхні ґрунту +2,40. Середня за декаду температура повітря +20,50, що на 5,10 вище норми. Опадів в кінці декади випало 9,4 мм при нормі 15 мм. Максимальна швидкість вітру досягала 11 м/с. Агрометеорологічні умови декади були сприятливі для росту та розвитку сільгоспкультур. Внаслідок стрімкого підвищення температури повітря, запаси вологи з ґрунту почали поступово втрачатись [138].

Максимальна температура червня підвищувалась – у повітрі до +26,90, на поверхні ґрунту – до +56,20. Мінімальна температура знижувалась, у повітрі до +5,10, на поверхні ґрунту до +3,60, на висоті 2 см від поверхні ґрунту +3,40. Середня за декаду температура повітря +17,40, що на 0,80 вище норми. Опадів випало 26,2 мм при нормі 14 мм. Максимальна швидкість вітру досягала 13 м/с. Агрометеорологічні умови декади для росту та розвитку сільгоспкультур склались задовільно [138].

В цілому погодно-кліматичні умови 2016-2018 рр. повною мірою відображали агрокліматичні ресурси півдня України. Вони були здебільшого сприятливими для росту й розвитку кукурудзи, зокрема дозволи одержати одночасні сходи, позитивно вплинули на ростові процеси кукурудзи, формування площі асиміляційної поверхні, врожайність та якість зерна.

2.3 Методика проведення досліджень, агротехніка в досліді, агробіологічна характеристика гібридів

Полеві досліді проведено 2016-2018 рр. на дослідному полі Миколаївського національного аграрного університету. Планування

досліджень, закладення та проведення дослідів, відбір ґрунтових і рослинних зразків, підготовка їх до аналізу проводилася згідно загально визначених методик дослідної справи у рослинництві [69, 154, 169-173, 177] та ДСТУ [41].

В трифакторному досліді вивчали гібриди кукурудзи різних груп стиглості – ДКС 3730, ДКС 4964, ДКС 4795 (фактор А); густоту стояння рослин – 50, 60, 70, 80 тис. шт./га (фактор В); фони мінерального живлення удобрення – без добрив(контроль), N₃₀P₃₀, N₆₀P₆₀, N₉₀P₉₀, N₁₂₀P₁₂₀ (фактор С). Польовий дослід закладали методом розщеплених ділянок у чотириразовій повторності. Площа ділянок першого порядку становила – 607,2 м²; другого – 202,4; облікових ділянок третього порядку – 50,6 м².

Урожайні дані кукурудзи обробляли за методом дисперсійного аналізу з метою одержання показників найменшої істотної різниці та частки впливу досліджуваних факторів згідно методики дослідної справи [173].

Фенологічними спостереженнями встановлювали час настання фаз розвитку рослин, а саме таких як проростання насіння, сходи, утворення 3-5-го листка, 7 листків, 12-13 листків, цвітіння качанів, формування і досягання зерна молочної, воскової і фізіологічної стиглості. Початком фази вважали день, коли вона виявлялася не менше ніж у 10% рослин, масовим настанням фази – день, коли вона була у 75% рослин. Крім того, відмічали дати сівби та збирання врожаю [153].

Біометричні виміри проводили протягом вегетаційного періоду рослин. Визначали висоту рослин, площу листової поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал посівів, наростання сирої та сухої надземної маси рослин кукурудзи. Зразки відбирали і аналізували з дослідних ділянок в 4-х несуміжних повтореннях [122].

Облік густоти стояння проводили у фазі 3-5 листків окремо на кожній дослідній ділянці. Після чого проводили формування густоти стояння рослин згідно схеми досліді. Перед збиранням врожаю підрахунок рослин на всіх варіантах на фіксованих ділянках повторювали (в 4-х повтореннях) [123].

Висоту рослин та площу асиміляційної поверхні листків визначали в основні фази росту та розвитку рослин кукурудзи шляхом виміру 10 закріплених, типових для даного варіанту рослин, у чотирьох несуміжних повтореннях. Висоту рослин вимірювали до фази цвітіння – від поверхні ґрунту до верху самого довгого (витягнутого) листка; після фази викидання волоті – від поверхні ґрунту до верхньої кінцівки волоті [169].

Площу листкової поверхні встановлювали лінійним методом [122] з послідовним розрахунком за формулою (2.1):

$$S = k \times l \times n \quad (2.1)$$

де S - площа листа, см²;

k - середній поправочний коефіцієнт, дорівнює 0,75;

l - довжина листа, см;

n - ширина листа у найширшому місці, см.

Враховували площу тільки у фізіологічно повноцінних листків. Кількість відібраних рослин - 10, в дворазовому повторенні.

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за методикою Ничипоровича [123], згідно формули (2.2): [112].

$$\Phi_{ч.пр} = \frac{B_2 - B_1}{\frac{L_1 + L_2}{2} \times T}, \text{ де:} \quad (2.2):$$

де $\Phi_{ч.пр}$ - чиста продуктивність фотосинтезу, г/см² за добу;

B_1, B_2 - маса сухої речовини з 1 м² на початку та в кінці облікового проміжку часу, г;

L_1, L_2 - площа листкової поверхні з 1 м² на початку та кінці облікового проміжку часу, м²;

T - кількість днів між першим та другим визначенням.

Фотосинтетичний потенціал [123] розраховували за формулою (2.3):

$$\Phi\Pi = \frac{(L_1 + L_2) \cdot n_1 + (L_2 + L_3) \cdot n_2 + \dots + (L_{n-1} + L_n) \cdot n_n}{2} \quad (2.3)$$

де $\Phi\Pi$ – фотосинтетичний потенціал, м²/га, х діб;

$L_1, L_2, L_3 \dots L_n$ – площа листків на 1 га посіву у відповідні строки визначення, м²/га;

$n_1, n_2 \dots n_n$ – кількість днів між двома відповідними визначеннями.

Для визначення маси 1000 зерен відбирали дві проби по 500 зерен у кожній [122]. Фактичну вагу 1000 зерен приводили до прийнятого відсотка вологості.

Натуру (об'ємну масу) зерна, доведеного до кондиційної вологості, визначали на літровій пурці [173].

Хімічний склад рослин і якість зерна визначали загальноприйнятими методами:

- визначення сухої речовини рослин – ваговим методом;
- загальний азот в зерні і рослинах – за К'ельдалем;
- білок – перерахунком;
- фосфор після сухого озолення – колориметрично;
- калій після мокрого озолення на полум'яневому фотометрі;
- олія – екстракційним методом в апараті Сокслетта.

Вміст елементів живлення у ґрунті визначали на початку цвітіння і перед збиранням врожаю. Відбір зразків ґрунту проводили буром у двох несуміжних повтореннях, в шарі ґрунту 0-30 та 30-50 см. Визначали вміст нітратного азоту за Грандваль-Ляжем з дисульфофеноловою кислотою, рухомого фосфору в 1-% вуглецево-амонійній витяжці за Мачигінім, обмінного калію – з цієї ж витяжки на полум'яневому фотометрі [59].

За загальноприйнятими методиками та ДСТУ проводили технологічний аналіз якості зерна. У відібраних зразках проводили визначення вмісту «сирого» жиру шляхом екстрагування в апараті Сокслетта (за Рушковським – ДСТУ 13496.15-97) та «сирого» протеїну – за кількістю загального азоту (за К'ельдалем – ДСТУ 13496.4-93), крохмалю – за ДСТУ 10845-91.

Всі хімічні аналізи зразків виконували в лабораторії аналітичних досліджень ІЗЗ НААН України (свідоцтво про атестацію № РЧ-0092/2009).

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом [169]. Проби

грунту відбирали пошарово через кожні 10 см на глибину до 0,50-70 см за міжфазними періодами росту рослин культури у двох повтореннях досліду. При визначенні строків поливу та для розрахунку сумарного водоспоживання кукурудзи – на глибину 0-100 см. В даному випадку повторність чотириразова. Відібраний зразок зважували, підсушували до постійної ваги при $t +105^{\circ}\text{C}$. По різниці маси сухого і сирого зразка визначали кількість вологи, яка випарувалася.

Норму поливів визначали за формулою (2.4):

$$m = 100 \times v \times h \times (\beta_{\text{НВ}} - \beta_{\text{ф}}), \quad (2.4):$$

де m – поливна норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

v – об'ємна маса ґрунту, $\text{т}/\text{м}^3$;

h – глибина зволоженого шару ґрунту, м ;

$\beta_{\text{НВ}}$ – вологість ґрунту, відповідна НВ, % від маси сухого ґрунту;

$\beta_{\text{ф}}$ – фактична вологість ґрунту перед поливом, % від маси сухого ґрунту.

Сумарне водоспоживання посіву гібридів досліджуваної культури за весь вегетаційний період і за окремі міжфазні періоди визначали методом водного балансу за формулою (2.5):

$$E = M + O + (W_{\text{h}} - W_{\text{k}}), \quad (2.5)$$

де E – сумарне водоспоживання за розрахунковий період, $\text{м}^3/\text{га}$;

M – зрошувальна норма за період, $\text{м}^3/\text{га}$;

O – опади за період, $\text{м}^3/\text{га}$;

W_{h} – запас вологи в активному шарі ґрунту на початку вегетаційного (розрахункового) періоду, $\text{м}^3/\text{га}$;

W_{k} – запас вологи в активному шарі ґрунту в кінці вегетаційного (розрахункового) періоду, $\text{м}^3/\text{га}$;

Коефіцієнт водоспоживання визначали за формулою (2.6):

$$K_{\text{E}} = \frac{E}{Y}, \quad (2.6)$$

де K_E – коефіцієнт водоспоживання, $\text{м}^3/\text{т}$;

E – сумарне водоспоживання за період вегетації, $\text{м}^3/\text{га}$;

U – врожайність культур, $\text{т}/\text{га}$.

Структура урожаю. Аналіз снопових зразків проводили перед збиранням врожаю. Зразки відбирали із пробних ділянок, закріплених для підрахунку густоти стояння. По сноповому зразку визначали кількість рослин, листків, качанів, висоту рослин, висоту кріплення нижнього качану, масу снопа і зерна, довжину качанів, кількість зерен у качані, масу зерна з одного качану, масу 1000 зерен.

Збирання врожаю проводили вручну у фазі повної стиглості зерна, при цьому качани з кожної ділянки зважували окремо. Показники вологості зерна та виходу зерна з качанів визначали у пробах качанів (30 шт.), які відбирали з кожної облікової ділянки. Урожайність зерна гібридів кукурудзи перераховували на стандартну вологість 14%.

Результати обліку врожаю обробляли методами дисперсійного, кореляційного та статистичного аналізу з використанням персонального комп'ютера та програмно-інформаційного комплексу MS «Exel» та «Agrostat» [185].

Економічну ефективність досліджуваних факторів і варіантів досліду проводили згідно із спеціальними методиками [169, 172]. Для цього формували електронні технологічні кати, які дозволяли встановити витрати за окремими варіантами, які потім порівнювали з іншими економічними показниками для встановлення загальної економічної ефективності. Для економічних розрахунків використовували основні показники: вартість валової продукції, виробничі витрати, собівартість, умовний чистий прибуток, рівень рентабельності. Вартість одержаної продукції (зерна кукурудзи) та витрати всіх видів ресурсів на технологію вирощування визначали за фактичними біржовими цінами на період 1 січня 2018 р.

Біоенергетичну оцінку досліджуваних агрозаходів проводили використовуючи методичні рекомендації з біоенергетичної оцінки технологій

вирощування кукурудзи [171].

Агротехніка вирощування зерна кукурудзи в дослідках була загальноновизнаною для умов зрошення півдня України за виключенням факторів, поставлених на вивчення. За допомогою РН-1 вносили аміачну селітру та гранульований суперфосфат під основний обробіток ґрунту згідно схеми дослідку, також вносили аміачну селітру в кількості 40 кг під час проведення міжрядної культивуації в фазі 4-5 листків рослин культури.

Попередником досліджуваної культури був ячмінь ярий. Одразу після його збирання проводили дискування (Т-150+БДВП-3,8). Восени проводили основний обробіток ґрунту, а саме, глибоку оранку на глибину 25-27 см (Т-150 + ПЛН-4-35).

В I декаді квітня було проведено культивуацію, на глибину 8-10 см (МТЗ-89+КПС-4) та довсходове внесення гербіциду Харнес (3 л/га).

Сівбу виконували відповідно до схеми дослідку. Перед кожним строком сівби робили передпосівну культивуацію на глибину 5-7 см (КПС-4,0) з послідуочим прикочуванням агрегатом ЗККШ-6А.

Сівбу проводили сівалкою СУПН-6 в агрегаті з трактором МТЗ-89 протруєним насінням. Посів звичайний рядковий – ширина міжряддя 70 см; норма висіву становила 70, 80, 90 тис. шт. на гектар. Лабораторна схожість зерна кукурудзи складала 92%, тому під час сівби кількість зерна, згідно норми висіву збільшували на 10%.

Після сівби ґрунт знову прикочували ЗККШ-6А. В II декаді травня проводили хімічне прополювання (Тітус 50 г/га + Діален 0,8 г/га), а також вносили препарат Хармані (200 мл/га).

Протягом вегетації кукурудзи було проведено 5-8 вегетаційних поливів поливною нормою 350-400 м³/га дощувальною машиною Зіммати́к. У роки проведення досліджень зрошувальна норма залежно від рівня природного вологозабезпечення коливалася в межах від 1600 до 2800 м³/га.

Починаючи з другої декади серпня – до другої декади вересня включно вручну збирали врожай кукурудзи, окремо з кожної ділянки, за 13,4-16,5%

вологості зерна в качанах культури. Одразу після збирання качанів вручну та за допомогою лабораторного обладнання проводили доочищення, досушування, сортування та обмолочування качанів.

В досліді висівали наступні гібриди кукурудзи:

Гібрид кукурудзи ДКС 3730 (ФАО 280)

Оригігатор – ТОВ "Монсанто Україна". Високоврожайний гібрид кукурудзи з високими показниками стресостійкості. Добре адаптується до певних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Має підвищені показники вологовіддачі. Гібрид можна вирощувати на зерно і силос. Характеризується міцними, здоровими рослинами. Можливе вирощування в монокультурі. Має високий рівень толерантності до поширених захворювань кукурудзи.

Рекомендовані зони вирощування - Полісся, Лісостеп України.

Морфологічні та агрономічні характеристики: група стиглості – середньоранній; призначення – на зерно, силос; тип зерна – зубоподібна; висота рослин – 230-250; кількість рядів – 14-16; кількість зерен у ряду – 28-30; вміст крохмалю – 73%; енергія стартового зростання – 8.

Стійкість до хвороб і стресових факторів: стійкість до посухи – 8; стійкість до вилягання – 9; стійкість до гельмінтоспоріозу – 8; стійкість до сажки – 8; стійкість до фузаріозу – 8.

Рекомендована густина на період збирання: достатній рівень вологозабезпечення – 75-85 тис. рослин/га; недостатній рівень вологозабезпечення – 65-70 тис. рослин/га.

Гібрид кукурудзи ДКС-4964 (ФАО 360)

Оригігатор – ТОВ "Монсанто Україна". Має дуже високий рівень потенційної врожайності – один з найбільших у своїй групі стиглості. Гібрид із ФАО 360, має високу продуктивність та сталість урожаїв, стійкий до посухи, має високий рівень енергії стартового росту. Добре віддає вологу. У сортовипробуваннях протягом 2011 р. продемонстрував високу пластичність до умов вирощування, формуючи середню врожайність понад 10 т/га.

Морфологічні характеристики: висота рослин 260-270 см, стебло добре облистяє, має міцну кореневу систему. Качан: висота кріплення 110 см, кількість рядів у качані – 14-16 шт., кількість зерен у качані – 532-672 шт., кількість зерен у ряду – 38-42. Зерно: зубовидного типу, маса 1000 зерен – 300-320 г.

Рекомендований для ранньої сівби завдяки високим темпам початкового росту (толерантний до строків сівби). Висока стійкість до посухи – пріоритетний регіон вирощування Степ, Центральний Лісостеп та Лівобережна частина Лісостепу. Придатний до вирощування за мінімальною технологією. Рекомендована густота до збирання: в зоні недостатнього зволоження – 50 тис./га, нестійкого – до 75 тис./га рослин на момент збирання.

Гібрид кукурудзи ДКС-4795 (ФАО 380)

Оригінатор – ТОВ "Монсанто Україна". Високопродуктивний гібрид із розширеним комплексом господарсько-цінних ознак.

Морфологічні характеристики: висота рослин 250-260 см. Еректоїдне листя. Сильне стебло і потужна коренева система. Качан: висота кріплення 85-95 см, кількість рядів у качані – 16-18 шт., кількість зерен у качані – 512-612 шт., кількість зерен у ряду – 32-34. Зерно: зубовидного типу, маса 1000 зерен – 300-310 г. Має високий рівень продуктивності, міцну кореневу систему та стебло. Висока стійкість до посухи, толерантність до хвороб.

Рекомендований для Лісостепу й Степу України. В зв'язку з стійкістю до стресових умов і стабільністю цінний гібрид для управління ризиками у цій групі стиглості. Рекомендовані строки сівби – середина оптимального строку сівби (для умов Південного Степу – наприкінці квітня – на початку травня). Слід уникати як раннього (початкова енергія росту – середня), так і пізнього строків сівби (підвищена вологість при збиранні). Рекомендована густота до збирання: 55-60 тис. шт./га (посушливі умови), 70-75 тис. шт./га (зона достатнього зволоження).

Висновки до розділу 2

1. Аналіз наведених даних дає можливість зробити висновок, що ґрунтово-кліматичні умови степової зони України повністю відповідають біологічним потребам та особливостям кукурудзи, проте, внаслідок дефіциту атмосферних опадів на фоні високого температурного режиму, потенційна можливість культури не завжди має змогу реалізовуватися. Тому, для забезпечення можливості одержання високих, якісних та економічно вигідних врожаїв досліджуваної культури, раціонального використання природного потенціалу Південного Степу України, який вважається зоною ризикованого землеробства вимагає повномасштабного використання штучного зволоження.

2. Аналіз погодно-кліматичних умов 2016-2018 рр. свідчить про те, що під час сівби та весняно-літньої вегетації рослин кукурудзи вони були загалом сприятливими для отримання дружніх сходів, нормального росту та розвитку рослин, в весняний та літній періоди вегетації рослини кукурудзи були забезпечені тепловими ресурсами і вологою, що суттєво впливало на структурні показники продуктивності та урожай рослин. У цілому, погодні умови в роки проведення досліджень слід вважати типовими для південного регіону України.

3. Умови проведення досліджень та застосування комплексу технологічних прийомів вирощування рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості були виконані згідно методичних рекомендацій з вирощування кукурудзи в умовах зрошення півдня України.

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ АГРОЗАХОДІВ ТА ПОГОДНИХ УМОВ У РОКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Важливою умовою формування високого врожаю зерна кукурудзи є створення сприятливих умов для росту й розвитку рослин починаючи з ранніх етапів органогенезу (проростання насіння) і до завершення вегетації (до збирання врожаю). Абсолютний приріст надземної маси рослин (сира маса і суха речовина) значною мірою залежить від температурного режиму та умов вологозабезпеченості. Максимальну сиру масу рослини утворюють у фазу молочної стиглості зерна. Тобто максимальний урожай зеленої маси кукурудзи буває раніше, ніж рекомендовані оптимальні строки збирання цієї культури на силос [8, 22, 42, 44, 180]. До фази молочної стиглості зерна накопичується лише 20-30% від загальної питомої ваги сухої речовини, а найбільший максимальний її обсяг формується наприкінці вегетації (кінець воскової – початок повної стиглості зерна) [45, 90, 132].

Інтенсивність та тривалість проходження продукційного процесу має першочергове значення для формування високого рівня продуктивності кукурудзам, забезпечення дружних одночасних сходів, швидкого наростання площі листової поверхні, яке затіняє ґрунту й пригнічує сходи бур'янів, що в кінцевому випадку позитивно відображається на врожайності та якості зерна. Взаємодія зрошення з підвищеним фоном мінерального живлення дозволяє підвищити густоту стояння рослин та прискорити ростові процеси, суттєво збільшити обсяги надземної маси, розвиток кореневої системи. Врахування ослив остей кожного гібриду кукурудзи, в першу чергу групи стиглості та реакції на інтенсифікацію технології вирощування має вагомое значення з точки зору планування та оперативного корегування технологій вирощування, особливо густоти стояння рослин з узгодженням системи удобрення для забезпечення оптимальних умов для розвитку рослин та

проходження усіх фаз органогенезу [3, 15, 25, 119].

Несприятливі фактори, які негативно впливають на початок росту, позначаються на ростових процесах і не дозволяють рослинам сформувати високий рівень урожайності зерна. Тому планування інтенсивних технологій вирощування кукурудзи потребує підбору гібридного складу з різним показниками ФАО, врахування їх генетичного потенціалу продуктивності, адаптивності, тривалості вегетаційного періоду тощо. Програмований рівень урожаю можна досягти за створення оптимальних умов продукційного процесу рослин кукурудзи, в першу чергу сформувати густоту стояння рослин і забезпечити фон мінерального живлення, які за умов позитивної дії зрошення дозволять отримати максимальний рівень продуктивності та окупності агроресурсів [30, 76, 81, 93, 104].

3.1. Настання і тривалість фаз розвитку та висота рослин кукурудзи на дослідних ділянках

Дослідами доведено, що ростові процеси гібридів кукурудзи в роки проведення досліджень визначалися погодно-кліматичними умовами років досліджень (табл. 3.1).

Встановлено, що календарні дати та тривалість міжфазних періодів істотно змінювалася під впливом особливостей погодних умов у період вегетації. Проявилася закономірність прискореного дозрівання за посушливих погодних умов з дефіцитом опадів (2016 р.) – 92 днів, а також його розтягування за підвищеного рівня природного зволоження (2018 р.) – 112 дні.

Вимірювання висоти рослин гібридів кукурудзи дозволило встановити вплив досліджуваних факторів на особливості формування цього показника (табл. 3.2). Збільшення густоти стояння рослин внаслідок посилення конкуренції між рослинами кукурудзи обумовили поступове збільшення лінійної висоти рослин у фазу цвітіння за вирощування всіх гібридів,

продуктивність яких досліджували. Найбільше значення цього показника на рівні 246 см визначено у гібриду ДКС 4964, а на інших гібридах висота рослин зменшилася на 2,5-9,5%.

Таблиця 3.1

Календарні дати та тривалість фаз росту та розвитку рослин кукурудзи на дослідних ділянках

Фази росту і розвитку рослин	Дати настання по роках досліджень			Середня тривалість, днів
	2016	2017	2018	
Строки сівби	15.05	20.05	10.05	-
Повні сходи	25.05	7.06	19.05	12
3-5 листків	6.06	15.06	30.05	10
7 листків	19.06	26.06	15.06	13
15 листків	10.07	7.07	5.07	17
Цвітіння	21.07	18.07	18.07	12
Молочна стиглість зерна	7.08	6.08	11.08	20
Воскова стиглість зерна	22.08	17.08	2.09	16
Повна стиглість зерна	12.09	4.09	20.09	19
Сходи - цвітіння, днів	57	45	57	53
Період вегетації, днів	105	92	112	103

Примітка. Дані в таблиці 3.1 наведено по гібриду кукурудзи ДКС 4964

У гібриду ДКС 3730 за густоти стояння 50 тис. шт./га даний показник дорівнював, у середньому по цьому фактору, 217 см, а на інших густотах (60-80 тис. шт./га) збільшився на 2,7-6,2%. У варіантах, де висівали гібриди таке збільшення були більш помітним і дорівнювало 3,4-10,9%.

Внесення азотно-фосфорних добрив істотно збільшувало висоту рослин кукурудзи від 219 до 229-250 см або на 4,1-13,9%. Найвищі значення цього показника отримано за внесення мінеральних добрив дозами $N_{90}P_{90}$ та $N_{120}P_{120}$.

**Висота рослин кукурудзи у фазу цвітіння залежно від гібридного складу,
густоти стояння та фону живлення, см (середнє за 2016-2018 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	204	215	219	223	224	225	217
	60	208	217	223	232	234		223
	70	211	225	230	236	241		228
	80	210	227	233	239	244		231
ДКС 4964	50	218	229	243	247	250	246	237
	60	223	231	254	257	259		245
	70	228	237	260	261	264		250
	80	231	238	259	262	261		250
ДКС 4795	50	212	221	229	234	237	240	227
	60	218	228	236	243	245		234
	70	228	236	248	261	266		248
	80	232	238	252	266	271		252
Середнє по фактору С		219	229	240	247	250		
N ₁₂₀ P ₀₅ , см, для факторів: А – 1,2; В – 2,3; С – 2,9								

Визначено, що добовий приріст висоти рослин кукурудзи у першу половину вегетації характеризувався нерівномірністю. На початку вегетації (сходи – 7 листків) цей показник мав низькі значення, майже не залежав від гібридів та щільності посівів і змінювався у межах від 1,25 до 1,57 см/добу (табл. 3.3). При цьому проявилася чітка тенденція зростання добових значень приросту рослин за мірою підвищення фону азотного і фосфорного живлення.

За умов подальшого росту й розвитку (формування від 7 до 15 листків) визначено суттєве зростання середньодобового приросту в 1,9-2,6 рази в усіх сполученнях факторів і варіантів. Цей показник залежав від гібридного складу, оскільки в середньому по фактора А він склав у гібриду 3,12 см/добу,

а у інших зріс до 2,27-3,32 см/добу або на 4,8-6,5%. В наступний досліджуваний період від формування 15 листків до цвітіння така тенденція збереглась, проте різниця між гібридами зменшилась до 2,7-6,9%.

Таблиця 3.3

**Середньодобовий приріст рослин кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та удобрення, см
(середнє за 2016-2018 рр.)**

Гібриди (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)				
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀
Сходи – 7 листків						
ДКС 3730	50	1,26	1,28	1,36	1,47	1,56
ДКС 4964	80	1,31	1,33	1,36	1,50	1,53
ДКС 4795						
7 – 15 листків						
ДКС 3730	50	2,69	2,80	2,98	3,07	3,09
	80	2,96	3,19	3,39	3,49	3,51
ДКС 4964	50	3,07	3,00	3,28	3,10	3,10
	80	3,14	3,39	3,49	3,52	3,59
ДКС 4795	50	3,14	3,17	3,28	3,20	3,20
	80	3,26	3,43	3,45	3,54	3,54
15 листків – цвітіння						
ДКС 3730	50	3,06	3,14	3,20	3,15	3,23
	80	3,19	3,24	3,32	3,44	3,52
ДКС 4964	50	3,24	3,09	3,15	3,25	3,33
	80	3,37	3,32	3,47	3,54	3,62
ДКС 4795	50	3,27	3,25	3,43	3,35	3,43
	80	3,48	3,44	3,64	3,72	3,80

Підвищення ступеню густоти стояння рослин з 50 до 80 тис. шт./га, починаючи від фази 7 листків сприяло істотному зростанню добового приросту рослин у висоту на 3,7-8,4%, а у міжфазний період від 15 листків до цвітіння – на 4,9-10,5%.

Застосування азотних і фосфорних добрив різними дозами, особливо у варіантах N₉₀P₉₀ та N₁₂₀P₁₂₀ також сприяло сталому зростанню

середньодобового приросту висоти рослин, відповідно по двох досліджуваних міжфазних періодах на 3,3-9,1 та 7,8-9,7%.

3.2 Динаміка накопичення сирової маси та сухої речовини

Проведені впродовж 2016-2018 рр. дослідження дали змогу виявити вплив різних варіантів густоти стояння рослин та удобрення на процеси накопичення сирової вегетативної маси гібридів різних груп стиглості. Найбільшими значення цього показника, в середньому за три роки, в фазу повної стиглості зерна відзначено у гібриду ДКС 4795 – 102 т/га за використання густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та фону мінерального живлення N₁₂₀P₁₂₀ (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Сира надземна біомаса кукурудзи залежно від досліджуваних факторів у фазу повної стиглості зерна, т/га (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	53	62	67	75	79	76	67
	60	56	68	72	81	84		72
	70	62	73	83	93	93		81
	80	66	79	86	94	96		84
ДКС 4964	50	55	65	73	84	86	81	73
	60	59	71	79	87	90		77
	70	65	79	90	94	99		86
	80	68	83	92	98	100		88
ДКС 4795	50	61	73	79	87	91	85	78
	60	68	77	86	92	95		84
	70	73	81	90	99	100		89
	80	76	84	94	101	102		91
Середнє по фактору С		63	75	82	90	93		
N ₁₂₀ P ₁₂₀ , т/га, для факторів: А – 2,1; В – 3,7; С – 3,1								

Серед гібридного складу (фактор А), найвищі значення середнього

показника сирії надземної біомаси – 85 т/га встановлені за сівби гібриду ДКС 4795, що на 4,7-10,6% було вище, ніж за використання гібридів ДКС 4964 та ДКС 3730.

За фактором В (густота стояння рослин), максимальні значення сирії маси рослин усіх досліджуваних гібридів отримали за використання густоти стояння 80 тис. шт./га, які становили для гібрида ДКС 3730 – 84 т/га, ДКС 4964 – 88 т/га, ДКС 4795 – 91 т/га.

Застосування максимального фону мінерального живлення – $N_{120}P_{120}$ (фактор С) сприяло формуванню найбільшої сирії надземної біомаси на рівні 93 т/га, що на 18-30 т/га більше, ніж у варіантах досліджу, де застосовували більш низькі дози мінерального живлення, та на 30 т/га перевищує даний показник у контрольному варіанті. Мінімальна кількість сирії маси накопичилася у варіантах контролю (без внесення добрив), де показник варіював в межах 53-76 т/га.

Результати проведених польових досліджень показали, що накопичення вегетативної маси рослинами кукурудзи значною мірою залежало від гібридного складу, густоти стояння рослин та фону мінерального живлення, як, в середньому за 2016-2018 рр., так і окремо за роками досліджень, що чітко ілюструє рисунок 3.1.

Найбільші показники накопичення сирії маси, як в середньому за три роки, так і в 2017 та 2018 роках досліджень спостерігали у гібриду ДКС 4795 – відповідно, 85, 82 та 105 т/га. Мінімальні значення даного показника в усі роки досліджень та у середньому за три роки отримали за сівби гібриду ДКС 3730 – 64, 72, 93 та 76 т/га. Рослини гібриду ДКС 4964 найвищу кількість сирії маси – 70 т/га сформували в 2016 році.

Використання різних варіантів густоти стояння також вплинуло на формування сирії біомаси рослин культури. Максимальні значення показника, як за роками проведення досліджень, так і в середньому за три роки, отримали за формування густоти стояння рослин на рівні 80 тис. шт./га, які склали 73, 83, 107 та 88 т/га, відповідно. Зі зменшенням густоти стояння

рослин спостерігали прямопропорційне зменшення накопичення сирової надземної маси – від 71-104 т/га за сформованої густоти 70 тис. шт./га до 60-90 т/га – за густоти стояння 60 тис. шт./га.

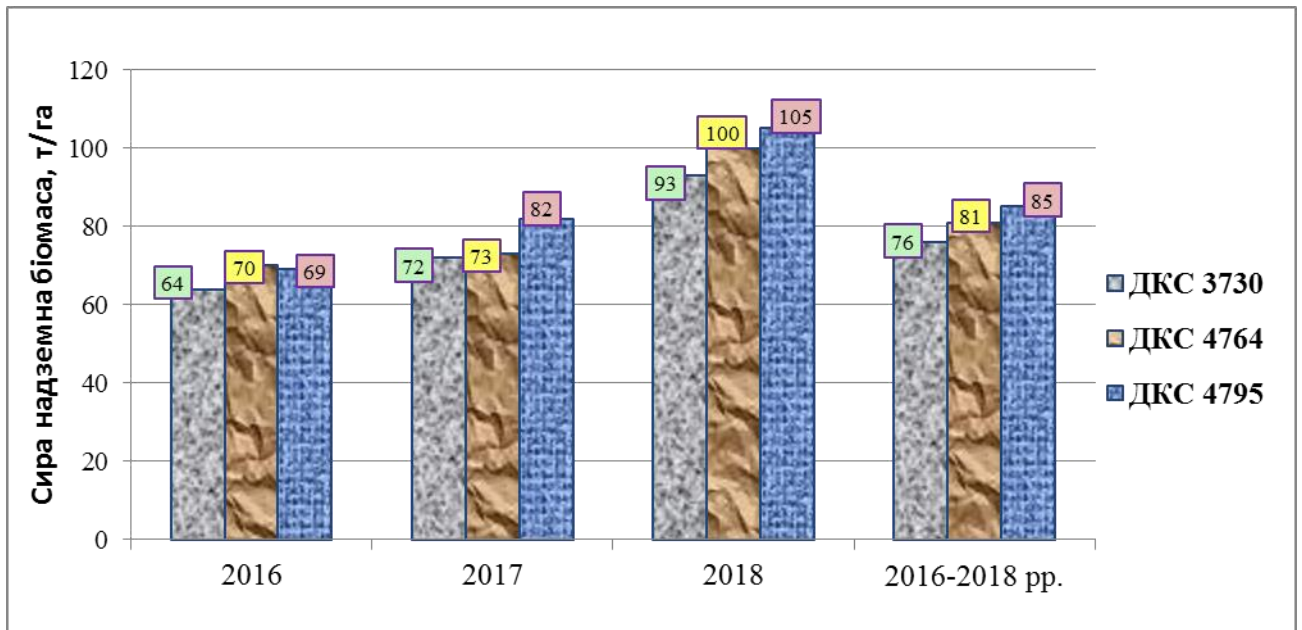


Рис. 3.1 Кількість накопиченої сирової надземної маси рослин кукурудзи залежно від гібридного складу, т/га

За використання на посівах кукурудзи різних фонів удобрення отримали найбільший приріст сирової надземної маси у всіх досліджуваних гібридів (рис. 3.2).

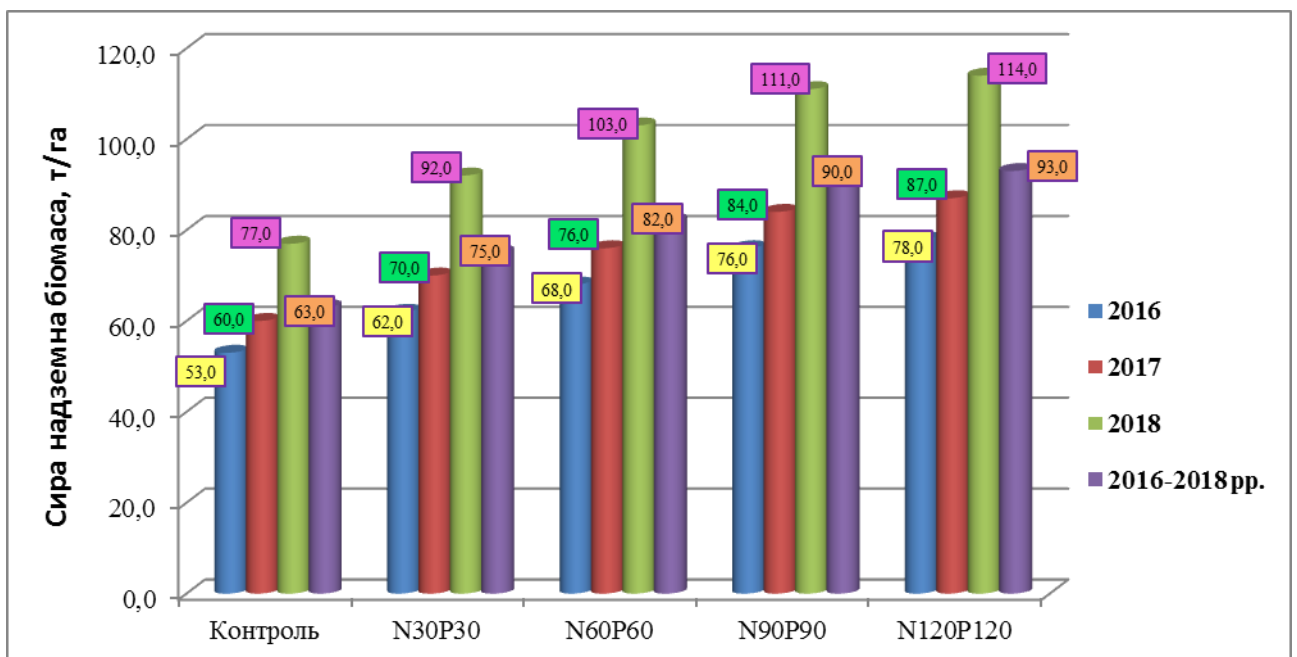


Рис. 3.2 Кількість сирової маси рослин кукурудзи залежно від фону мінерального живлення, т/га

Показник збільшувався з підвищенням доз добрив. Найбільший приріст сирової надземної маси – 78-114 т/га встановили за внесення мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{120}$. За роками проведення випробувань протягом 2016-2018 рр. найбільший приріст сирової надземної маси гібридів різних груп стиглості спостерігали в найбільш сприятливому за погодно-кліматичними умовами 2018 році, коли значення показника досягли 114 т/га. В 2016 році приріст сирової маси – 53-78 т/га, був найменший.

У середньому, найбільшу кількість сирової надземної маси – 93 т/га рослини культури сформували за вирощування по фоні мінерального живлення $N_{120}P_{120}$.

Динаміка накопичення сухої речовини відображала тенденції, які були встановлені під час аналізу показників приросту сухої маси гібридів кукурудзи, проте проявилися і певні відмінності між цими показниками наприкінці вегетаційного періоду.

Найбільших величин показники сухої маси рослин досягали у фазу повної стиглості зерна. За роками досліджень спостерігали вплив гібридного складу, густоти стояння рослин та фоні мінерального живлення на вихід сухої речовини з одиниці посівної площі.

Максимальним вихід сухої речовини визначено у 2018 році – 23-48 т/га. Найнижчим даний показник був у 2016 році та становив за варіантами досліду 16-33 т/га. Із збільшенням густоти стояння рослин та фоні удобрення спостерігали зростання виходу сухої речовини: з 16 до 33 т/га у 2016 р., з 20 до 38 т/га у 2017 р., з 23 до 48 т/га у 2018 р. У 2016 році максимальний вихід сухої речовини – 33 т/га отримали за сівби гібрида ДКС 4795 та використання густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та фоні удобрення $N_{120}P_{120}$. В 2017 та 2018 роках максимальні значення виходу сухої речовини також отримали за аналогічної густоти стояння та фоні удобрення – 38 та 48 т/га відповідно.

Максимальний вихід сухої речовини з одиниці посівної площі в середньому за три роки, в фазу повної стиглості зерна забезпечив гібрид ДКС

4795 – 40 т/га за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га по фоні мінерального живлення N₁₂₀P₁₂₀ (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вихід сухої речовини з одиниці посівної площі гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фоні мінерального живлення у фазу повної стиглості зерна, т/га (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	19	22	24	26	28	27	24
	60	21	25	26	29	31		26
	70	23	26	29	33	33		29
	80	24	28	30	33	34		30
ДКС 4964	50	20	24	26	30	31	29	26
	60	22	25	28	31	32		28
	70	24	28	32	33	35		31
	80	25	30	32	35	36		31
ДКС 4795	50	22	26	28	31	33	31	28
	60	25	28	30	33	34		30
	70	27	28	32	35	37		32
	80	27	31	35	36	40		34
Середнє по фактору С		23	27	29	32	34		
N ₁₂₀ P ₀₅ , т/га, для факторів: А – 0,78; В – 0,93; С – 0,57								

Серед гібридного складу (фактор А), найвищі значення середнього показника виходу сухої речовини – 31 т/га встановлені за використання гібриду ДКС 4795, що на 6,4-12,9% вище, ніж за використання гібридів ДКС 4964 та ДКС 3730. За фактором В (густина стояння рослин), максимальні значення сухої речовини рослин отримали за використання густоти стояння 80 тис. шт./га для гібрида ДКС 3730 – 30 т/га та ДКС 4795 – 34 т/га.

У гібрида ДКС 4964 значення показника максимальними були за густоти стояння рослин 70 та 80 тис. шт./га та становили 31 т/га. Використання максимального фоні мінерального живлення – N₁₂₀P₁₂₀ (фактор С) сприяло формуванню найбільшого виходу сухої речовини – 34

т/га, що на 2-7 т/га більше, ніж у варіантах досліду, де застосовували менші дози мінерального живлення та на 11 т/га перевищує даний показник у варіантах контролю.

Крім того, проявилася закономірність зростання показників сирової надземної маси та сухої речовини при переході від ранньостиглої до середньостиглої груп стиглості.

3.3 Динаміка листкової поверхні рослин та продуктивність фотосинтезу

Підвищення врожайності зерна кукурудзи можливе лише за збільшення нагромадження органічної речовини, що утворюється в процесі фотосинтезу. Тому створення оптимальних умов фотосинтетичної діяльності, тобто ефективного функціонування листової асиміляційної поверхні, дозволяє досягти цієї мети. Для нормального проходження фотосинтезу рослини повинні сформувати високу площу асиміляційної поверхні. Згідно досліджень вітчизняних вчених [76, 88] встановлено, що існує суттєва відмінність між впливом на врожайність зерна продуктивної площі листа, що задана продукувати органічні речовини за рахунок процесів фотосинтезу та загальною листковою біомасою, в якій процеси фотосинтезу знаходяться на дуже низькому рівні. Слід зауважити, що істотне підвищення площі листкової поверхні, наприклад за використання високих доз азотних добрив негативно відображається на величині врожаю зерна, оскільки фотосинтетична діяльність таких посівів знижена. Навпаки за оптимізації густоти стояння рослин та фону мінерального живлення (в першу чергу коригування доз внесення азоту за результатами програмування врожаю, врахування вмісту цього найважливішого елемента живлення в ґрунті, листкової діагностики тощо) досягається найвища продуктивність фотосинтезу, а коефіцієнт ефективності використання ФАР зростає до 2-3%,

що дозволяє отримати максимальний урожай за зниження загальних ресурсних витрат на одиницю рослинницької продукції [98].

Зміни густоти стояння рослин та ширини міжрядь дозволяє оптимізувати фотосинтетичну діяльність посівів та підвищити ефективність засвоєння сонячної радіації, активізувати процеси нагромадження органічних речовин, підвищити врожайність зерна та покращити його якість. В умовах зрошення з'являється можливість за рахунок подолання дефіциту вологозабезпечення рослин підвищити продуктивність фотосинтезу шляхом оптимізації щільності посівів та внесенні розрахункових доз добрив, що забезпечує зростання інтенсивності фотосинтезу – забезпеченість водою, вуглекислим газом, мінеральними речовинами; впроваджувати гібриди з інтенсивними ростовими процесами та високою адаптивною здатністю [75, 89, 134].

Відомо, що максимальне накопичення сухої маси рослин кукурудзи відбувається за рахунок фотосинтезу в листках. Тобто, одним з основних факторів, що впливає на величину врожаю гібридів кукурудзи, є розмір листової поверхні та продуктивність процесу фотосинтезу (чистої продуктивності фотосинтезу та фотосинтетичного потенціалу посіву). Максимальному використанню сонячної енергії сприяє формування рослинами оптимальної листової поверхні та ефективність використання асиміляційної поверхні [106, 116, 143, 166].

За результатами досліджень встановлено динаміку зміни площі листової поверхні та показників її продуктивності (табл. 3.6). Аналіз таблиці дозволяє зробити висновок, що на формування площі листової поверхні впливали всі фактори дослідження. Максимальну площу листової поверхні мали рослини гібрида ДКС 4795 – 45,3 тис. м²/га за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та фону удобрення N₁₂₀P₁₂₀.

Використання для сівби гібридів кукурудзи різних груп стиглості дозволило виявити тенденцію до зростання даного показника при переході від ранньостиглих груп стиглості до середньостиглих. За фактором А

(гібрид), у середньому за 2016-2018 рр., найбільшу площу листкової поверхні мали рослини гібрида ДКС 4795, яка склала 38,4 тис. м²/га.

За фактором В (густота стояння рослин), максимальні значення даного показника всіх трьох досліджуваних гібридів отримали за використання густоти стояння 80 тис. шт./га, які становили для гібрида ДКС 3730 - 37,8 тис. м²/га, ДКС 4964 – 39,7, ДКС 4795 – 41,0 тис. м²/га. Досліджувані гібриди добре відреагували на внесення добрив (фактор С) та сформували найбільшу площу листкової поверхні – 41,3 тис. м²/га за фону удобрення N₁₂₀P₁₂₀.

Таблиця 3.6

**Площа листкової поверхні гібридів кукурудзи залежно від густоти
стояння рослин та фону мінерального живлення, тис. м²/га
(середнє за 2016-2018 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрєння (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	24,3	27,9	29,6	33,1	34,8	34,1	30,0
	60	25,8	30,6	31,9	36,3	37,0		32,3
	70	28,5	33,1	36,9	41,4	41,2		36,2
	80	30,1	35,5	38,2	42,1	42,9		37,8
ДКС 4964	50	25,1	29,4	32,3	37,5	38,0	36,3	32,5
	60	27,3	31,9	35,3	38,6	40,1		34,7
	70	29,8	35,8	40,2	42,1	44,3		38,5
	80	31,3	37,6	41,2	43,9	44,8		39,7
ДКС 4795	50	28,0	33,1	35,2	38,6	40,3	38,4	35,0
	60	31,3	34,9	38,2	41,3	42,2		37,6
	70	33,6	36,8	40,2	44,3	44,7		39,9
	80	34,7	38,0	41,9	45,1	45,3		41,0
Середнє по фактору С		29,2	33,7	36,8	40,4	41,3		

Фотосинтетичний потенціал посівів визначають агротехнічні прийоми, які використовують при вирощуванні кукурудзи та формування врожаю. Для оцінювання ефективності фотосинтетичної роботи посівів кукурудзи було визначено показник чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) (табл. 3.7).

Дані свідчать, що, в середньому, за період проведення досліджень даний показник змінювався за гібридним складом (фактор А) – від 5,5 до 12,4 г/м² за добу у гібрида ДКС 3730, та склав 6,6-11,6 та 7,0-12,7 г/м² за добу, відповідно, у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795. Максимальну величину чистої продуктивності фотосинтезу забезпечували посіви гібрида ДКС 4796 – 12,4 г/м² за добу при використанні густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та фону мінерального живлення N₁₂₀P₁₂₀.

Таблиця 3.7

Чиста продуктивність фотосинтезу гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення (міжфазний період «цвітіння – формування зерна»), г/м² (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	5,5	7,4	7,7	9,8	10,5	9,6	8,2
	60	6,2	8,7	8,9	10,5	10,5		8,9
	70	7,5	9,9	11,2	12,2	12,3		10,6
	80	8,3	10,5	10,8	12,0	12,4		10,8
ДКС 4964	50	6,6	7,8	8,7	9,8	9,9	9,9	8,6
	60	7,2	9,0	10,2	10,3	10,6		9,5
	70	8,0	10,1	11,3	11,4	12,1		10,6
	80	8,5	10,8	12,3	11,3	11,6		10,9
ДКС 4795	50	7,0	9,6	10,0	10,3	11,0	10,8	9,6
	60	8,4	10,4	11,6	11,6	11,6		10,7
	70	8,7	10,6	11,5	12,4	12,7		11,2
	80	9,4	11,0	12,6	12,5	12,4		11,6
Середнє по фактору С		7,6	9,7	10,6	11,2	11,5		

Залежно від густоти стояння рослин (фактор В) найкращі показники чистої продуктивності фотосинтезу рослин культури встановлено: для гібрида ДКС 3730 за густоти стояння 80 тис. шт./га – 10,8 г/м² за добу, для гібрида ДКС 4964 за густоти стояння 80 тис. шт./га – 10,9 г/м² за добу, для гібрида ДКС 4795 за густоти стояння 70 тис. шт./га – 12,7 г/м² за добу.

Збільшення дози добрив (фактор С) позитивно вплинуло на формування ЧПФ посівів культури. Максимальні значення показника – 11,5 г/м² за добу отримали за використання дози добрив N₁₂₀P₁₂₀.

Для визначення закономірностей продукційного процесу та дії і взаємодії досліджуваних факторів на формування чистої продуктивності фотосинтезу у фазу цвітіння кукурудзи була проведена дисперсійна обробка отриманих експериментальних даних (рис. 3.3).

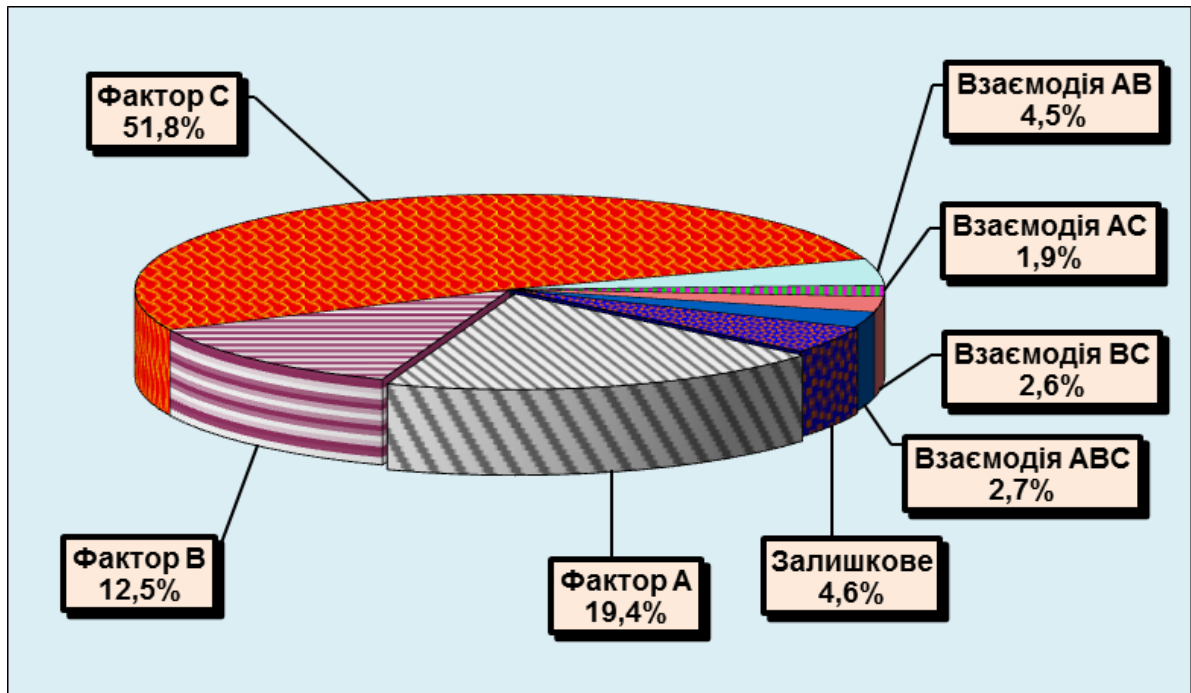


Рис. 3.3 Частка впливу факторів дослідів на формування ЧПФ у фазу цвітіння качанів, % (середнє за 2016-2018 рр.):
фактор А – гібриди кукурудзи різних груп стиглості;
фактор В – густина стояння рослин;
фактор С – удобрення

Дисперсійним аналізом встановлено, що застосування добрив (фактор С) максимально впливало на процес фотосинтезу - частка впливу становить 51,8%. Вплив інших факторів був значно меншим і складав 19,4% – для фактору А (гібрид) та 12,5% – для фактору В (густина стояння рослин).

Взаємодія факторів була меншою за 5%, зі зростанням до 4,5% по взаємодії (гібриди та їх густина стояння), та відповідним зменшенням до 1,9% відносно взаємодії АС (гібридний склад та фон мінерального

живлення). Залишковий вплив чинників, у першу чергу – мінливість погодних умов, склав 4,6%.

Визначено, що фотосинтетичний потенціал посівів культури залежав від гібридного складу, густоти стояння рослин та фону удобрення (табл. 3.8).

Фотосинтетичний потенціал посівів культури збільшувався упродовж вегетаційного періоду та досягав максимальних значень на посівах гібридів із збільшенням доз внесення мінеральних добрив.

Таблиця 3.8

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та фону живлення, млн м²×днів/га (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	1,59	2,03	2,00	2,54	2,80	2,53	2,19
	60	1,74	2,34	2,28	2,69	2,75		2,36
	70	2,18	2,61	2,87	3,06	3,15		2,78
	80	2,44	2,79	2,68	2,97	3,14		2,81
ДКС 4964	50	1,83	1,98	2,15	2,41	2,48	2,48	2,17
	60	1,97	2,28	2,53	2,52	2,65		2,39
	70	2,16	2,52	2,77	2,77	2,96		2,64
	80	2,37	2,69	2,97	2,71	2,84		2,72
ДКС 4795	50	1,85	2,41	2,45	2,50	2,72	2,64	2,39
	60	2,18	2,60	2,78	2,77	2,83		2,63
	70	2,27	2,60	2,73	2,93	3,05		2,72
	80	2,51	2,70	2,98	2,95	2,99		2,82
Середнє по фактору С		2,09	2,46	2,60	2,73	2,87		

За гібридним складом (фактор А) максимальні значення показника встановлені у гібрида ДКС 4795 – 2,64 млн м²×днів/га, що на 4,2-6,1% більше ніж у гібридів ДКС 3730 та ДКС 4964. Збільшення густоти стояння рослин (фактор В) з 50 до 80 тис. шт./га, в середньому за 2016-2018 рр., призводило до росту фотосинтетичного потенціалу рослин культури на 9,3-23,6%.

Максимальної величини цей показник досягав за фону удобрення $N_{120}P_{120}$ і, залежно від варіанта дослідів, варіював у межах 2,48-3,17 млн $m^2 \times$ днів/га.

Проведений аналіз одержаних експериментальних даних показав, що між показниками фотосинтетичного потенціалу у фазу фізіологічної стиглості та рівнем урожаю зерна існує тісна залежність. Коефіцієнт кореляції при цьому становить 0,88 (рис. 3.4).

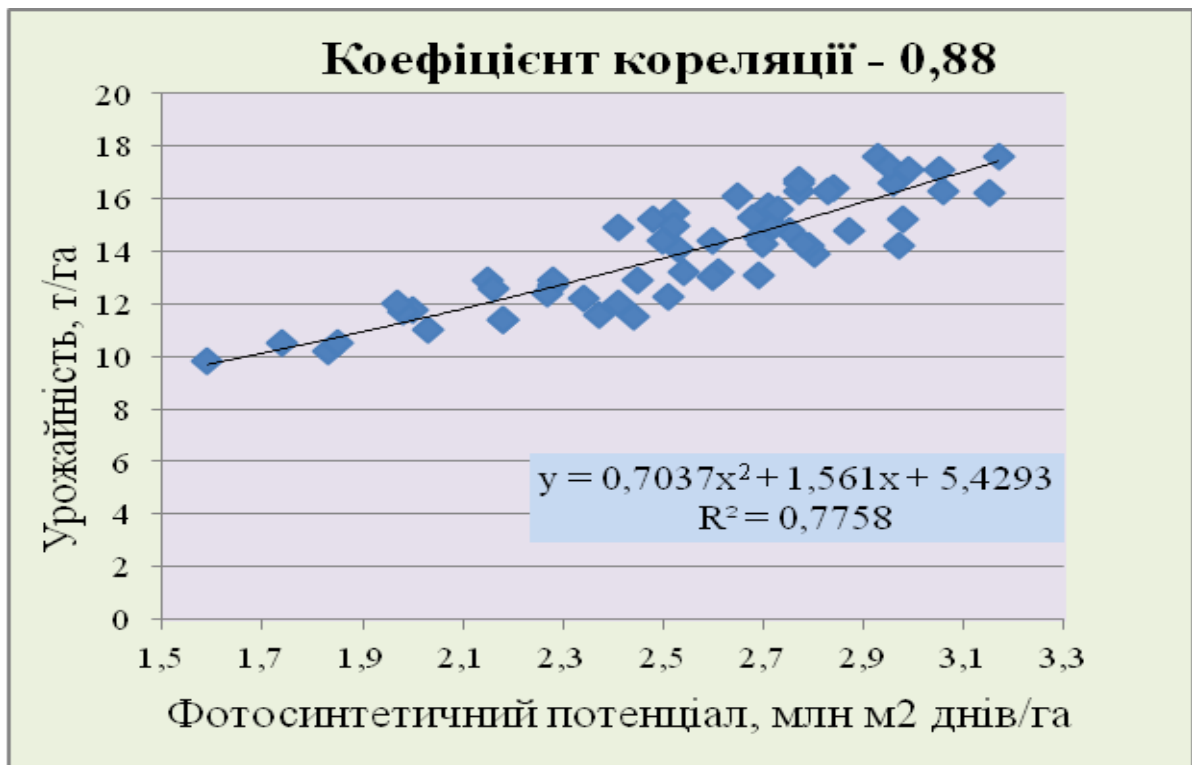


Рис. 3.4 Статистична залежність рівня врожаю та фотосинтетичного потенціалу у період фізіологічної стиглості зерна кукурудзи (середнє за 2016-2018 рр.)

Такий тісний зв'язок показників дозволив побудувати статистичну модель залежності між урожайністю зерна та фотосинтетичним потенціалом для посіву гібридів кукурудзи.

3.4 Водоспоживання рослин кукурудзи та ефективність споживання вологи на дослідних ділянках

Ефективність використання вологи рослинами кукурудзи (коефіцієнт

водоспоживання) є одним з найважливіших показників оцінки продуктивності використання природних ресурсів, зокрема поливної води. Цей показник дозволяє здійснити оцінку витрат води на випаровування з поверхні ґрунту та транспірацію рослин – менш специфічний для культур і характеризує ефективність використання вологи агроєкосистемою. Коефіцієнт водоспоживання найбільшою мірою залежить від впливу природних та агротехнічних чинників, ніж транспіраційний коефіцієнт, оскільки суттєво змінюється за умов дефіциту атмосферних опадів та використання штучного зволоження. Важливою складовою, яка має наукове й практичне значення, є розробка та впровадження агрозаходів для зниження цього показника. В посушливих умовах Південного Степу України коефіцієнт водоспоживання можна зменшити за рахунок оптимізації густоти стояння рослин та формування системи удобрення за науково обґрунтованими принципами – програмування врожаю, вміст макро- й мікроелементів в ґрунті, група стиглості гібридів, погодні умови вегетації тощо [145, 169, 181].

Проведені нами у польових дослідах спостереження впродовж 2016-2018 рр. показали, що сумарне водоспоживання посівів кукурудзи змінювалося залежно від усіх досліджуваних факторів досліду (табл. 3.9).

В середньому за три роки, за фактором А (гібрид) максимальне сумарне водоспоживання – 4683 м³/га встановлено у гібриду ДКС 4795. У гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795 воно було меншим і становило 4182 та 4579 м³/га, відповідно. Отже, проявилось його зниження на 2,3 - 12,0%.

За фактором В (густина стояння рослин) найвищим даний показник був за використання густоти стояння рослин 80 тис. шт./га і становив, в середньому, 4517 м³/га. За інших варіантів густоти стояння сумарне водоспоживання становило 4457-4487 м³/га.

Максимальне середнє значення сумарного водоспоживання за фактором С (удобрення) – 4550 м³/га визначено за використання фону мінерального живлення N₁₂₀P₁₂₀. Використання меншої дози мінеральних

добри́в призводило до прямопропорційного незначного (на 0,7-3,5%) зменшення показника сумарного водоспоживання, який становив за варіантами дослідів, – 4396-4527 м³/га.

Таблиця 3.9

Сумарне водоспоживання посівів кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та фону мінерального живлення, м³/га (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрєння (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	4149	4165	4173	4181	4187	4182	4465
	60	4161	4171	4178	4188	4191		4457
	70	4164	4176	4189	4198	4199		4487
	80	4180	4182	4194	4201	4206		4517
ДКС 4964	50	4452	4536	4568	4609	4614	4579	
	60	4458	4518	4549	4609	4647		
	70	4483	4537	4582	4649	4706		
	80	4493	4587	4628	4660	4704		
ДКС 4795	50	4515	4628	4672	4734	4788	4683	
	60	4537	4591	4647	4697	4712		
	70	4570	4640	4683	4753	4771		
	80	4584	4703	4722	4838	4877		
Середнє по фактору С		4396	4453	4482	4527	4550		

За показниками сумарного водоспоживання та врожайності гібридів кукурудзи було встановлено коефіцієнт водоспоживання посівів на одиницю врожаю зерна досліджуваної культури (табл. 3.10).

За фактором А (гібрид) найменший коефіцієнт водоспоживання, в середньому за три роки досліджень, спостерігали за використання гібриду ДКС 3730 – 316 м³/т.

Найбільш низький даний показник за фактором В (густота стояння рослин), в середньому за 2016-2018 рр. – 303 м³/т встановлено за густоти стояння 70 тис. шт./га. За фактором С (удобрєння) мінімальні значення

коефіцієнта водоспоживання – 286 м³/т визначено за використання дози добрив N₁₂₀P₁₂₀.

За результатами проведених досліджень, в середньому за 2016-2018 рр., мінімальний коефіцієнт водоспоживання (239 м³/т) був встановлений у гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та дози мінеральних добрив N₁₂₀P₁₂₀.

Таблиця 3.10

Коефіцієнт водоспоживання гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення, м³/т (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	423	378	355	317	301	316	362
	60	398	343	329	289	283		330
	70	366	316	283	258	259		303
	80	365	294	275	250	239		312
ДКС 4964	50	440	394	358	310	305	330	
	60	377	353	323	299	289		
	70	355	303	282	280	285		
	80	392	352	327	297	289		
ДКС 4795	50	436	394	367	333	321	333	
	60	405	357	330	284	291		
	70	370	327	303	271	281		
	80	374	335	317	283	286		
Середнє по фактору С		392	346	321	289	286		

На рисунку 3.5 чітко проілюстровано, що на величину коефіцієнта водоспоживання впливав гібридний склад. Так, найменший коефіцієнт водоспоживання, в середньому за роки проведення досліджень, мали посіви гібрида ДКС 3730 – 316, а найбільший – гібрида ДКС 4795 – 333 м³/т.

Дослідженнями встановлено, що за густоти стояння 70 тис. шт./га, в середньому за 2016-2018 рр. проведення досліджень, рослини кукурудзи використовували вологу більш економно і мали коефіцієнт водоспоживання

303 м³/т. В разі зрідження або загушення стеблостою рослин показники коефіцієнта водоспоживання збільшувалися (рис. 3.6).

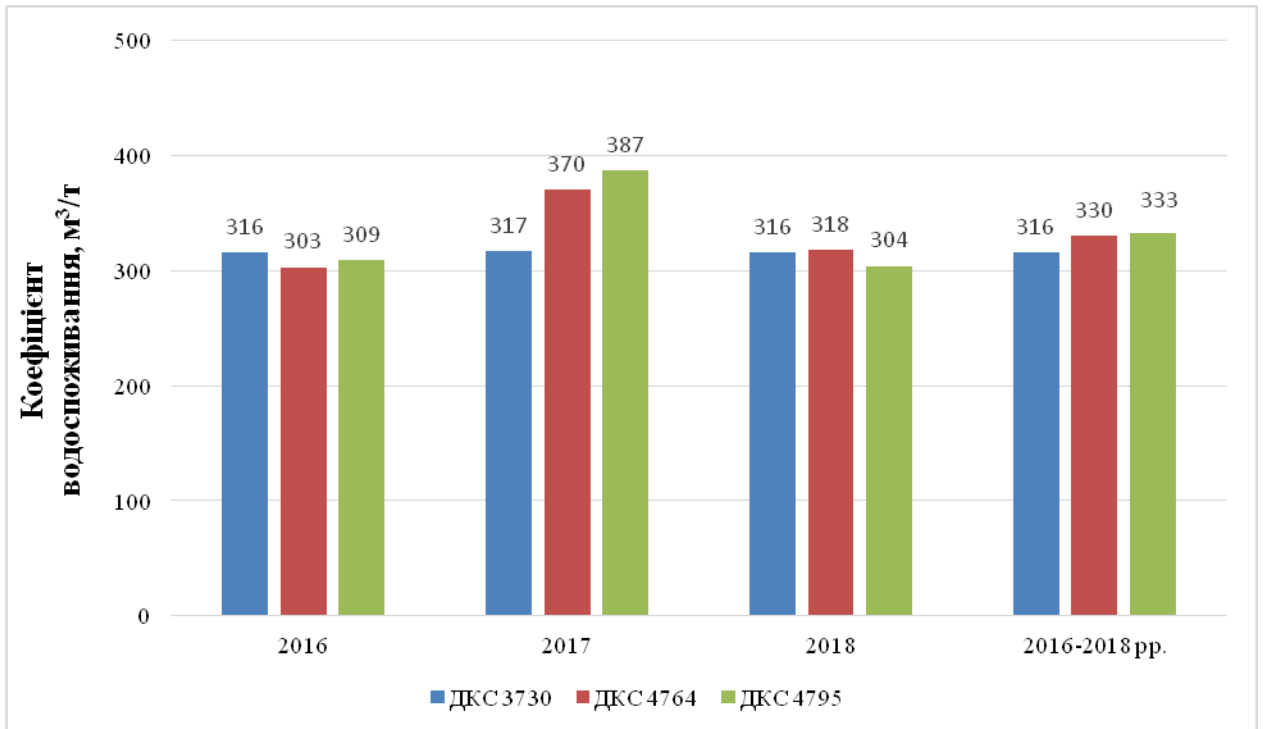


Рис. 3.5 Коефіцієнт водоспоживання кукурудзи залежно від гібридного складу, м³/т

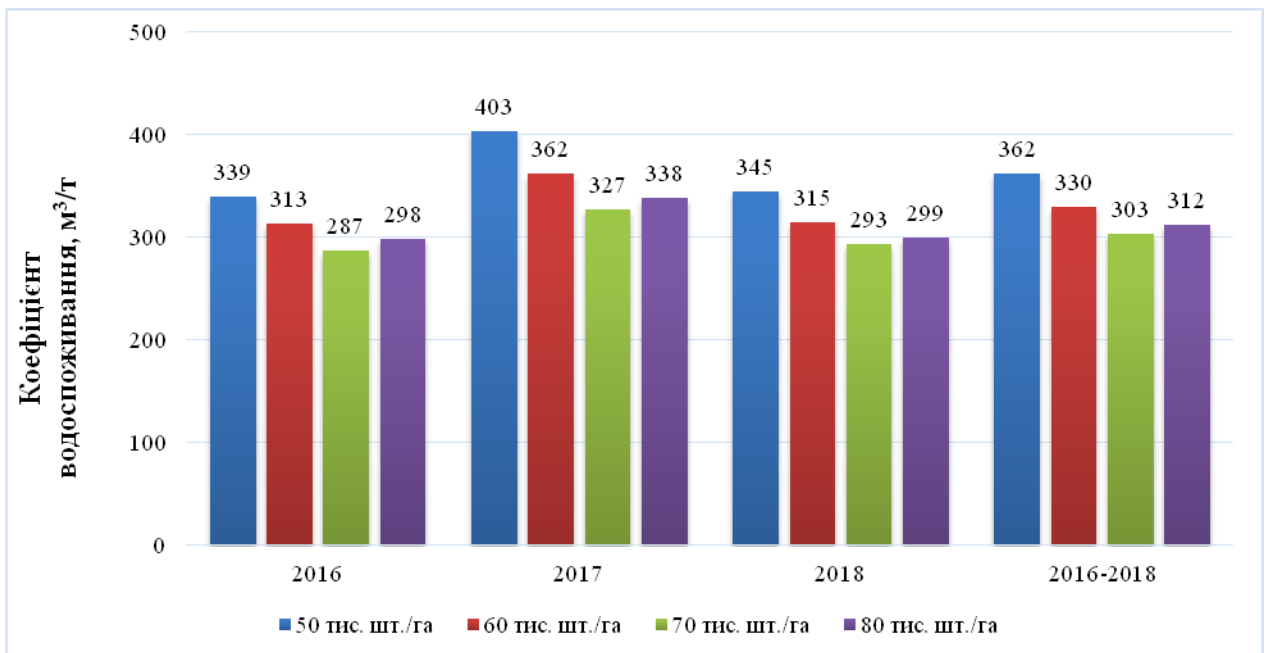


Рис. 3.6 Коефіцієнт водоспоживання кукурудзи залежно від удобрення, м³/т

За роками досліджень показники коефіцієнта водоспоживання гібридів кукурудзи свідчать про підвищений рівень використання вологи на формування 1 т зерна за низьких доз добрив (рис. 3.7).

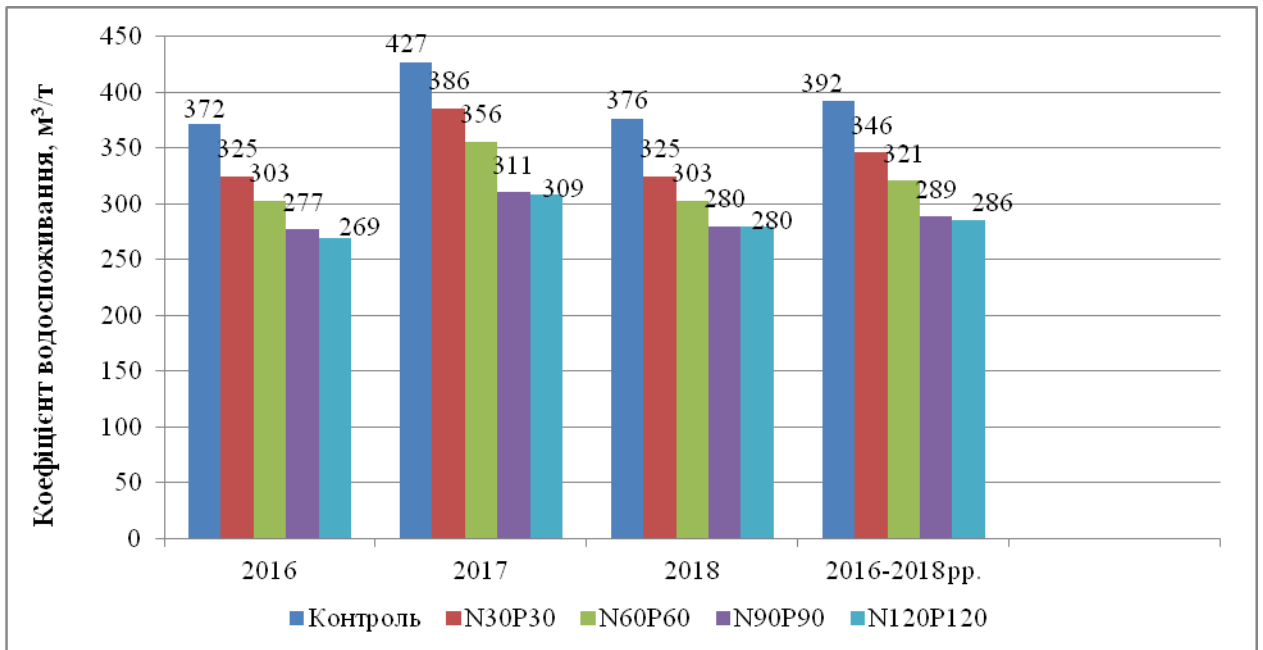


Рис. 3.7 Коефіцієнт водоспоживання кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, м³/т

Найбільше ефективно рослини кукурудзи витрачають вологу за збільшення дози добрив, коли спостерігали прямопропорційне зменшення коефіцієнта водоспоживання. В середньому за 2016-2018 рр. досліджень, найменший показник водоспоживання – 286 м³/т встановлено за використання фону живлення N₁₂₀P₁₂₀.

Висновки до розділу 3

1. В польовому досліді визначено, що календарні дати та тривалість міжфазних періодів істотно змінювалася під впливом особливостей погодних умов у період вегетації. Проявилася закономірність прискореного дозрівання за посушливих погодних умов з дефіцитом опадів (2016 р.) – 99 днів, а також його розтягування за підвищеного рівня природного зволоження (2018 р.) – 124 дні.

2. Встановлено, що збільшення густоти стояння рослин внаслідок посилення конкуренції між рослинами кукурудзи обумовили поступове збільшення лінійної висоти рослин у фазу цвітіння при вирощуванні всіх гібридів, продуктивність яких досліджували. У гібриду ДКС 3730 за густоти стояння 50 тис./га даний показник дорівнював, у середньому по цьому фактору, 217 см, а на інших густотах (60-80 тис. шт./га) збільшився на 2,7-6,2%. Внесення азотно-фосфорних добрив істотно (на 4,1-13,9%) збільшувало висоту рослин. Добовий приріст висоти залежав від гібридного складу. Підвищення густоти стояння з 50 до 80 тис./га сприяло істотному зростанню добового приросту у висоту на 3,7-8,4%, а у міжфазний період від 15 листків до цвітіння – на 4,9-10,5%). Застосування азотних і фосфорних добрив різними дозами, особливо у варіантах $N_{90}P_{90}$ та $N_{120}P_{120}$ також сприяло сталому зростанню середньодобового приросту.

3. За результатами досліджень визначено, що максимальний вихід сирової надземної маси рослин кукурудзи на рівні 85 т/га забезпечує висівання гібриду ДКС 4795. Використання різних варіантів густоти стояння також вплинуло на формування сирової біомаси рослин культури. Максимальні значення показника, як за роками проведення досліджень, так і в середньому, за три роки, отримали за формування густоти стояння рослин на рівні 80 тис. шт./га, які склали 73, 83, 107 та 88 т/га, відповідно. Найбільші значення досліджуваного показника (93 т/га) визначено на ділянках з внесенням добрив у дозі ($N_{120}P_{120}$), що на 30 т/га більше порівняно з контрольним неудобреним варіантом.

4. Максимальний вихід сухої речовини у межах 23-48 т/га зафіксовано у сприятливому за погодними умовами 2018 році. У середньому за цим показником найбільший рівень цього показника досягнуто у гібриду ДКС 4795 – 40 т/га за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та фону мінерального живлення $N_{120}P_{120}$. В дослідях на всіх гібридах, продуктивність яких вивчали, проявилася тенденція зростання виходу сухої речовини за мірою збільшення густоти стояння рослин з 50 до 80 тис. шт./га та

покращенні фону мінерального живлення, особливо з внесенням азотно-фосфорних добрив у дозах 90-120 кг д.р./га. Дані щодо накопичення надземної маси рослинами кукурудзи свідчать, що гібриди з тривалішим періодом вегетації формують як сирі надземної маси, так і сухої речовини значно більше, ніж ранньостиглі.

5. Проведеними дослідженнями за 2016-2018 рр. встановлено, що максимальну площу листової поверхні формували рослини гібрида ДКС 4795 – 45,3 тис. м²/га за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та фону удобрення N₁₂₀P₁₂₀. Найбільшу площу листової поверхні мали рослини гібрида ДКС 4795, яка склала 38,4 тис. м²/га. Для всіх досліджуваних гібридів даний показник був максимальним за використання густоти стояння 80 тис. шт./га та становив: для гібрида ДКС 37,8 тис. м²/га, ДКС 4964 – 39,7, ДКС 4795 – 41,0 тис. м²/га. Найбільшу площу листової поверхні – 41,3 тис. м²/га рослини кукурудзи формували по фону удобрення N₁₂₀P₁₂₀.

6. Показник чистої продуктивності фотосинтезу змінювався за гібридним складом (фактор А) – від 5,5 до 12,4 г/м² за добу у гібрида ДКС 3730, та склав 6,6-11,6 та 7,0-12,7 г/м² за добу, відповідно, у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795. Максимальну величину чистої продуктивності фотосинтезу мали посіви гібрида ДКС 4796 – 12,4 г/м² за добу при використанні густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та фону мінерального живлення N₁₂₀P₁₂₀. Найкращі значення показника ЧПФ склали: для гібрида ДКС 3730 за густоти стояння 80 тис. шт./га – 10,8 г/м² за добу, для гібрида ДКС 4964 – також за густоти 80 тис. шт./га – 10,9 г/м² за добу, а для гібрида ДКС 4795 – 70 тис. шт./га – 12,7 г/м² за добу. Максимальні значення показника – 11,5 г/м² за добу отримали за використання дози добрив N₁₂₀P₁₂₀. Найбільший фотосинтетичний потенціал у всіх гібридів, продуктивність яких вивчали, досягнуто за використання густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та фону удобрення N₁₂₀P₁₂₀: у гібрида ДКС 3730 – 3,15 млн м²×днів/га; ДКС 4964 – 2,96; ДКС 4795 – 3,05 млн м²×днів/га.

7. У польових дослідах встановлено, що найбільше водоспоживання

(4683 м³/га) відзначено у гібриду ДКС 4795, а у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795 даний показник зменшився на 2,3-12,0%. В дослідях проявилася тенденція зростання водоспоживання за мірою підвищення ступеня густоти стояння рослин. Встановлено, що найменший коефіцієнт водоспоживання (239 м³/т) був у гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та дози азотних добрив N₁₂₀P₁₂₀. В середньому, по гібридному складу оптимальною з точки зору економії витрат води виявилася густота стояння рослин 70 тис. шт./га. Визначено, що показники коефіцієнта водоспоживання гібридів кукурудзи зростають при низькому фоні мінерального живлення. В середньому найменший показник коефіцієнту водоспоживання (286 м³/т) відзначено за внесення мінеральних добрив у дозі N₁₂₀ P₁₂₀.

РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ДОСЛІДЖУВАНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН ТА ФОНУ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ

Проведені в Україні та за її межами польові дослідження показали, величина врожаю зерна кукурудзи є одним з основних економічно-господарських показників ефективності використання генетичного потенціалу кожного гібриду. Інтенсивність продукційного процесу за вирощування кукурудзи може істотно коливатись залежно від впливу різних чинників зовнішнього середовища у передпосівний період та впродовж вегетації, в першу чергу – кількість атмосферних опадів, показники температури й вологості повітря, вміст поживних речовин в ґрунті, їх динаміка за різними прошарками та у різні періоди росту й розвитку кукурудзи тощо. В умовах штучного зволоження необхідно планування окремих елементів агротехніки з рахуванням біологічних особливостей культури, рівня очікуваної врожайності, прогнозу метеорологічних умов, результатами агрохімічних аналізів ґрунту та фітосанітарного моніторингу [150, 162, 183].

Тому з наукової та практичної точок зору необхідно проводити дослідження для визначення для гібридів кукурудзи різних груп ФАО конкретних агротехнологічних параметрів, у тому числі ступеня загушення посівів та формування оптимальної системи мінерального живлення рослин. Особливого значення такі дослідження набувають за умов зрошення, як головного чинника інтенсифікації зерновиробництва в умовах Південного Степу України. При цьому існує можливість в декілька разів підвищити густоту стояння рослин, дози азотних і фосфорних добрив, отримати врожайність зерна на рівні 12-16 т/га і вище за максимально можливого чистого прибутку та низької собівартості продукції [46, 53, 78, 114, 149].

4.1 Показники структури врожаю залежно від досліджуваних факторів

Важливим показником, який обумовлює ефективність зерновиробництва, в тому числі, вирощування зерна кукурудзи та раціональне використання енергії при досушуванні качанів є збиральна вологість зерна [102, 112, 129]. При вирощуванні кукурудзи цей показник істотно змінюється під впливом агротехнічних чинників, а також і природних факторів, особливо погодних умов в окремі роки.

Слід зауважити, що формування високих і якісних урожаїв зерна кукурудзи обумовлюється найважливішими структурними елементами до яких належать маса 1000 зерен та довжина і діаметр качана. Ці структурні елементи продуктивності рослин обумовлюють також якісні показники зерна [72, 92, 116].

Дослідженнями визначено, що в умовах 2016 р. збиральна вологість зерна кукурудзи змінювалася залежно від впливу досліджуваних факторів у різному ступені (додаток Б.1). По гібриду ДКС 3730, у середньому по факторах, даний показник дорівнював 14,8%, а на гібридах ДКС 4964 та ДКС 4795 він підвищився до 15,0-15,3% або на 1,4-3,4 відсоткових пунктів, що можна пояснити генетичними властивостями кожного з гібридів, продуктивність яких вивчали в досліді.

Стосовно густоти стояння рослин проявилася тенденція зменшення збиральної вологості за мірою підвищення ступеня загущеності посіву. Так, за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га у варіанті з гібридом ДКС 4795 був визначений найвищий показник вологості зерна – на рівні 15,9%. За аналогічної густоти стояння мінімальні показники вологості сформувалися у гібриду ДКС 3730 – 15,4%, що свідчить про зниження цього показника на 3,2 відсоткових пунктів. Найменший цей показник (14,3%) виявився за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га у варіанті з гібридом ДКС 3730.

Визначено, що внесення добрив сприяло зростанню збиральної вологості зерна з 12,9% у контрольному варіанті до 14,0-16,4% – при внесенні азотних і фосфорних добрив у різних дозах. Такий вплив добрив можна пояснити зростанням висоти рослин, надземної маси та площі листової поверхні рослин кукурудзи (див. розд. 3). Отже, як наслідок, збільшувалася й передзбиральна вологість зерна. Показники збиральної вологості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи у 2017 р. були на рівні 2016 р., що обумовлено схожими погодними умовами.

Вологість зерна за вирощування гібриду ДКС 3730 набула мінімального значення на рівні 14,6%. У гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795 спостерігали збільшення збиральної вологості зерна до 15,0-15,4%, тобто на 2,7-5,5 відсоткових пунктів.

За збільшення густоти стояння рослин визначено стале зниження рівня вологості зерна у передзбиральний період. Встановлено, що в усіх трьох гібридів максимальна вологість зерна була за найменшого ступеня загущення посівів незалежно від фону мінерального живлення та у варіанті неудобреного контролю – 15,3, 15,5 і 16,1%, відповідно.

Відносно показників передзбиральної вологості зерна по фактору С проявилось їх поступове підвищення порівняно з варіантом контролю (без добрив), у якому він склав 13,3%. На удобрених ділянках цей показник зріс до 13,7-16,4% залежно від доз внесених азотно-фосфорних добрив.

Збиральна вологість зерна у 2018 р. підвищилася порівняно з 2016 і 2017 рр. у середньому по досліді на 1,9-2,1 відсоткових пунктів, оскільки у цей рік досліджень погодні умови були найсприятливішими з підвищеною кількістю опадів у другу половину вегетації.

В середньому по фактору А (гібрид) збиральна вологість зерна у гібриду ДКС 3730 склала 16,8%. У гібридів ДКС 4964 та 4795 проявилось несуттєве зростання цього показника до 16,9-17,4%, тобто на 0,6-3,6 відносних відсотка.

Зменшення передзбиральної вологості визначено за збільшення густоти

стояння рослин в усіх гібридів кукурудзи (фактор В). Так, за густоти стеблостою в межах 50 тис. шт./га виявлено найвищу передзбиральну вологість зерна. Максимальне значення цього показника (на рівні 18,1%) спостерігали у варіанті з гібридом ДКС 4795, а мінімальне – 16,2% – у гібрида ДКС 3730. За внесення азотних і фосфорних добрив (фактор С) спостерігали стійке зростання збиральної вологості зерна з 14,9% у варіанті неудошеного контролю до 18,4% за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{120}P_{120}$. Отже, різниця між цими варіантами мінерального живлення склала 23,5 відсоткових пунктів.

У середньому за роки проведення дослідів, вплив факторів і варіантів, що вивчали в досліді, на величину збиральної вологості зерна відображав тенденції, які були встановлені в окремі роки проведення досліджень (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Збиральна вологість зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти
стояння рослин та фону мінерального живлення, %
(середнє за 2016-2018 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрєння (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	$N_{30}P_{30}$	$N_{60}P_{60}$	$N_{90}P_{90}$	$N_{120}P_{120}$	А	В
ДКС 3730	50	13,5	14,7	17,2	17,4	17,5	15,4	16,1
	60	13,1	14,3	16,9	16,9	17,1		15,7
	70	12,9	13,8	15,7	16,6	16,4		15,1
	80	12,7	14,2	15,7	15,7	16,0		14,9
ДКС 4964	50	14,3	15,1	16,3	17,5	17,7	15,6	16,2
	60	13,9	14,9	16,2	16,9	17,1		15,8
	70	13,8	14,1	15,9	16,6	16,8		15,4
	80	13,4	14,4	15,5	16,3	16,3		15,2
ДКС 4795	50	14,8	15,2	17,4	17,7	18,1	16,0	16,7
	60	14,4	15,1	17,0	17,2	17,6		16,2
	70	14,0	14,6	16,5	17,0	17,3		15,9
	80	13,7	14,3	15,7	16,5	16,7		15,4
Середнє по фактору С		13,7	14,6	16,3	16,9	17,1		
<p align="center">NIP₀₅, %, для факторів: А – 0,38; В – 0,30; С – 0,21</p>								

По фактору А спостерігали зміну показників збиральної вологості зерна з 15,4% у гібриду ДКС 3730 до 15,6-16,0% у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795, тобто різниця між гібридами, що вивчали, склала 1,3-3,9 відсоткових пунктів.

Встановлено залежність зменшення досліджуваного показника при збільшенні густоти стояння рослин кукурудзи. Так, у гібриду ДКС 3730 при підвищенні ступеня загущення рослин, передзбиральна вологість зерна зменшилася з 16,1 до 14,9%, а у гібридів ДКС 4964 – відповідно з 16,2 до 15,2%. Ідентичне зниження визначено й у гібридів ДКС 4795, воно склало – з 16,7 до 15,4%.

Диференціація доз внесення азотних і фосфорних добрив (фактор С) обумовило зростання збиральної вологості зерна порівняно з контрольним варіантом (без добрив) з 13,7 до 14,6-17,1%, тобто на 0,9-3,4 відсоткових пунктів.

Дослідженнями було встановлено вплив гібридного складу, густоти стояння рослин та фону мінерального живлення на вихід зерна з качанів кукурудзи (додаток Б.2).

Результати досліджень свідчать, що за фактором А вихід зерна з качанів кукурудзи у варіанті з гібридом ДКС 3730 становив 77,8%, що було мінімальним. Слід відзначити, що у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795 досліджуваний показник підвищився до 80,1 і 80,6% відповідно, що становить 3,0-3,6 відсоткових пунктів порівняно з досліджуваним гібридом ДКС 3730.

Визначено, що збільшення густоти стояння рослин вплинуло на вихід зерна з качанів кукурудзи у напрямі цього показника. Найбільший вихід зерна у середньому по фактору на рівні 82,2% отримано у варіанті з гібридом ДКС 4795 за густоти стояння 50 тис. шт./га, а найменший (76,8%) при загущенні рослин до 80 тис. шт./га.

Збільшення виходу зерна на 2,4-5,0% забезпечено внесенням мінеральних добрив (фактор С), причому максимальний результат щодо

виходу зерна отримано при використанні максимальної дози – $N_{120}P_{120}$.

Покращення погодних умов у 2017 р. сприяло зростанню виходу зерна з качанів по всіх факторах і варіантах порівняно з більш посушливим 2016 р.

Проведеними дослідженнями з'ясовано, що у середньому по фактору А вихід зерна змінювався на другий рік польового експерименту неістотно. Мінімальний результат виявлено на гібриді ДКС 3730, який складав 80,9%. Слід зауважити, що у варіанті з гібридом ДКС 4795 одержано найбільший вихід зерна – 83,8%, який на 2,9 відсоткових пунктів перевищував гібрид ДКС 3730. По гібриду ДКС 4964 одержано середні результати, у цього гібриду вихід зерна склав 81,8%.

Дослідженнями встановлено залежність між густиною стояння рослин і виходом зерна. Так, максимальним він був у всіх гібридів за густоти стояння рослин на рівні 50 тис. шт./га, у ДКС 4795 вихід зерна підвищився до найбільшого значення (85,2%). Збільшення ступеня загущення рослин до 80 тис. шт./га призвело до істотного зменшення виходу зерна, особливо при висіванні гібрида ДКС 3730 – до 79,3%.

У варіанті з внесенням азотних і фосфорних добрив (фактор С) найбільші показники сформовані за максимального покращення фону мінерального живлення ($N_{120}P_{120}$). В цілому порівняно з неудобреним контролем шляхом внесення добрив вдалося підвищити вихід зерна у середньому по фактору з 78,8 до 84,9% або на 6,1%.

Як і при аналізі показників збиральної вологості зерна у 2018 р. визначено збільшення виходу зерна з качанів. При дослідженні впливу фактора А (гібридний склад) кращі результати отримали при вирощуванні гібриду ДКС 4795, де показник виходу зерна підвищився до 85,2%, а у гібридів ДКС 3730 і ДКС 4795 проявилось несуттєве зменшення цього показника до 83,3-83,7%.

По фактору В (густина стояння рослин) також проявилася тенденція зниження досліджуваного показника з 84,3-86,6% при густоті стояння 50 тис. шт./га до 80,6-83,8% – при загущеності посівів до 80 тис. шт./га.

Внесення диференційованих доз мінеральних добрив зумовило збільшення виходу зерна з 80,8% у контрольному варіанті до 83,1-86,1%, або різниця становила 2,8-6,6%. Найбільші значення досліджуваного показника виявлено при застосуванні добрив у дозі N₁₂₀P₁₂₀.

У середньому за роки досліджень, вплив поставлених на вивчення факторів на величину виходу зерна проявився по-різному, особливо він залежав від фону мінерального живлення (табл. 4.2). Найкращі результати досліджуваного показника отримано за сівби гібриду ДКС 4795 – 83,2%. Він був більше від інших гібридів, продуктивність яких вивчали, на 1,2-2,5%.

Таблиця 4.2

**Вихід зерна з качанів кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та фону мінерального живлення, %
(середнє за 2016-2018 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрєння (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	78,4	80,6	82,6	83,6	83,3	80,7	81,7
	60	77,1	79,9	82,3	83,0	83,3		81,1
	70	76,5	79,3	81,2	82,2	82,8		80,4
	80	75,7	79,2	80,1	81,1	81,3		79,5
ДКС 4964	50	80,1	82,1	84,6	85,2	85,1	81,9	83,4
	60	79,0	81,5	83,6	84,5	84,9		82,7
	70	78,2	81,1	83,1	84,1	83,7		82,0
	80	77,3	78,8	74,4	83,4	82,6		79,3
ДКС 4795	50	81,2	83,5	85,6	86,5	86,5	83,2	84,7
	60	80,8	82,6	83,6	85,0	86,1		83,6
	70	80,5	82,2	83,4	85,4	85,6		83,4
	80	78,7	80,2	81,6	80,2	84,1		81,0
Середнє по фактору С		78,6	80,9	82,2	83,7	84,1		

Найкращі значення виходу зерна з качанів кукурудзи гібриди ДКС 4795 та ДКС 4964 визначили за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га – відповідно 84,7 і 83,4%. Загущеність посівів усіх біотипів призвела до зменшення досліджуваного показника.

Внесення мінеральних добрив характеризувалось приростом виходу зерна у середньому на 2,3-5,5% порівняно з контролем. Максимальний середній вихід зерна з качанів (84,1%) забезпечило використання найбільшої в досліді дози азотно-фосфорних добрив.

У наших дослідженнях доведено, що важливе значення з точки зору формування зернової продуктивності кукурудзи мають показники маси 1000 зерен кукурудзи, які мають широкий діапазон значень залежно як від гібридного складу, так і стосовно агротехнічних заходів та погодних умов вегетаційного періоду (додаток Б.3).

Узагальненням результатів досліджень доведено, що досліджуваний показник змінювався залежно від гібридного складу в межах 6,8-7,5%. Найкращий результат (314 г) забезпечив гібрид ДКС 4964.

Крім того, встановлено залежність формування маси 1000 зерен досліджуваної культури відносно змін ступеня густоти стояння рослин. Максимального рівня досліджуваного показника при вирощуванні всіх гібридів досягнуто за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га. При цьому у гібриду ДКС 4964 маса 1000 зерен збільшилася до 319 г, а найменший результат визначили у гібрида ДКС 3730 – 299 г. Найнижчим досліджуваний показник сформувався за густоти стояння рослин кукурудзи на рівні 80 тис. шт./га, де він коливався в межах від 281 до 307 г.

Пряму позитивну дію на масу 1000 зерен проявило внесення азотно-фосфорних добрив різними дозами. Так, цей показник зріс на 10-23 г порівняно з контрольним варіантом, а найкращих результатів досягнуто за внесення добрив у дозі $N_{120}P_{120}$, за якого це підвищення становило 7,9% порівняно з контролем.

За результатами дослідів у середньому по гібридному складу (фактор А) найнижчі результати одержано у варіанті з гібридом ДКС 3730 – маса 1000 зерен склала 306 г. За вирощування гібридів ДКС 4964 та 4795 досліджуваний показник зріс до 325-329 г або на 6,2-7,5%.

Густота стояння рослин на рівні 50 тис. шт./га найбільш позитивно впливала на формування маси зерен. У всіх гібридів досягнуто максимальну масу 1000 зерен у кількості від 313 до 334 г, а мінімальний рівень її отримано за густоти рослин 80 тис. шт./га – від 298 до 321 г.

При внесенні доз азотно-фосфорних добрив (фактор С) спостерігали збільшення досліджуваного показника на 9-22 г порівняно з контролем, що становило 2,9-7,2%.

Результатами досліджень впливу факторів, що вивчали, проведених у 2018 році, на масу 1000 зерен, обґрунтовано позитивний вплив покращення фону мінерального живлення та, навпаки, негативний – збільшення ступеня густоти стояння рослин.

Дослідженнями встановлено, що маса 1000 зерен у гібрида ДКС 4795 становить 341 г, що є максимальним результатом. Мінімальні значення цього показника – 318 г було отримано по гібриду ДКС 3730. Гібрид ДКС 4964 сформував її на рівні 338 г, тобто лише на 3 г менше від максимального значення.

Зміна досліджуваного показника була тісно пов'язана з густотою стояння рослин. Так, за густоти стояння 50 тис. шт./га маса 1000 зерен досягла максимальних значень – від 324 до 347 г. За збільшення густоти стояння спостерігали пропорційне зниження досліджуваного показника. Мінімальні значення отримано за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га – 310-333 г.

Внесення добрив збільшило масу 1000 зерен у середньому по фактору С на рівні 9-23 г порівняно з контрольним варіантом, що становить 2,8-7,2%.

У середньому за роки проведення досліджень маса 1000 зерен кукурудзи коливалася залежно від факторів, які взяли на вивчення, вони відображали тенденції в окремі роки, проте дія цих чинників була нерівнозначною (табл. 4.3). Встановлено вплив гібридного складу на показник маси 1000 зерен кукурудзи. Кращі результати отримали по гібридах

ДКС 4964 та ДКС 4795 326- 327 г, що на 6,9-7,2% перевищило гібрид ДКС 3730.

Таблиця 4.3

Маса 1000 зерен кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та фону живлення, г (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрєння (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	299	306	316	319	321	305	312
	60	297	305	309	316	318		309
	70	289	300	303	312	316		304
	80	287	291	296	300	307		296
ДКС 4964	50	313	328	332	339	338	326	330
	60	311	327	330	336	337		328
	70	312	318	326	334	336		325
	80	306	310	323	328	329		319
ДКС 4795	50	318	328	336	340	342	327	333
	60	316	328	334	340	340		332
	70	314	323	331	331	333		326
	80	306	318	322	325	323		319
Середнє по фактору С		306	315	322	327	328		
NIP ₀₅ , г, для факторів: А – 3,2; В – 2,9; С – 2,7								

Дослідами визначено зворотну залежність між масою 1000 зерен і ступенем загушення рослин. Доведено, що чим вище була густота стояння рослин, тим нижче виявилася маса 1000 зерен досліджуваних гібридів кукурудзи. Кращі результати були отримані при густоті посіву 50 тис. шт./га – 312-333 г. Максимальним цей показник був у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795. Найменший даний показник сформувався за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га – в діапазоні від 296 до 319 г.

Внесення добрив залежно від доз збільшило масу 1000 зернин кукурудзи із зростанням показників – на контрольному варіанті 306 до 328 г

за внесення азотних і фосфорних добрив у діапазоні від 30 до 120 кг д.р. на 1 га посівної площі. При цьому досліджуваний показник зростав на 2,9-7,2%.

Біометричні показники качанів кукурудзи досліджувалися залежно від гібридного складу, густоти стояння та фону азотного живлення (рис. 4.1).

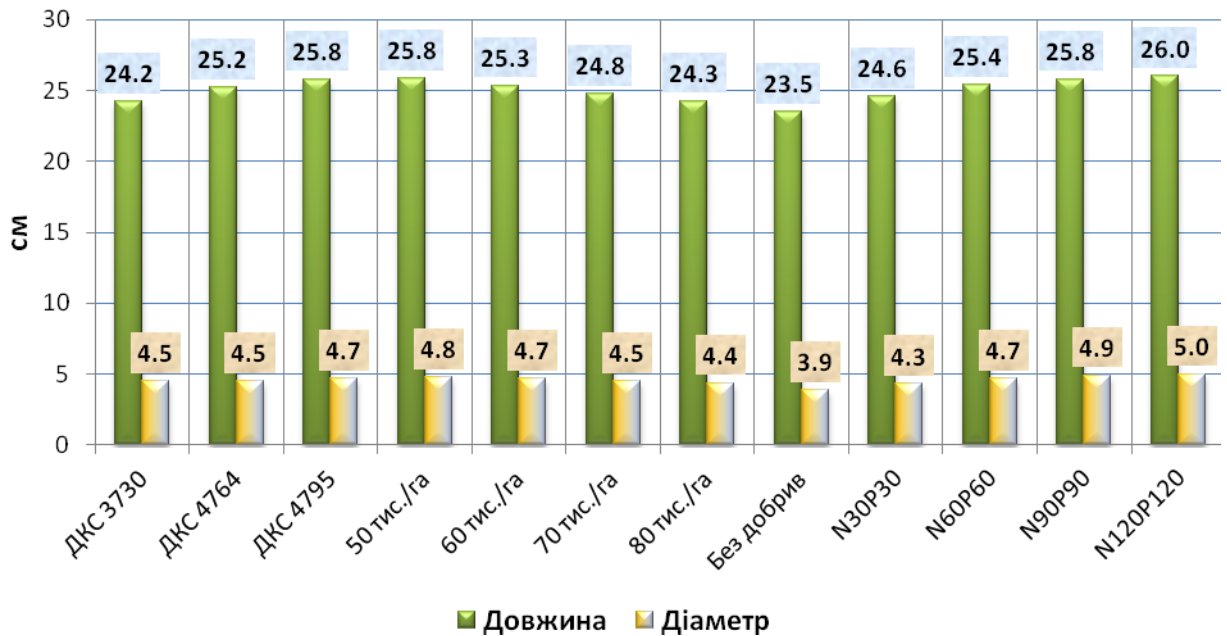


Рис. 4.1 Довжина і діаметр качанів кукурудзи залежно від досліджуваних факторів, см (середнє за 2016-2018 рр.)

Серед гібридів у середньому по фактору відзначено зростання довжини до 25,8 см (на 2,4-6,6%), а діаметра – до 4,7 см (на 4,4%) у гібрида ДКС 4795. Зростання ступеня загущення посіву з 50 до 80 тис. шт./га обумовило тенденцію зниження довжини качана на 6,2%, а діаметра – більш суттєво на 11,6%, відповідно. Внесення азотних і фосфорних добрив позитивно вплинуло на біометричні показники качанів. Так, у неодобреному контрольному варіанті у середньому досліджувані показники становили відповідно 23,5 і 3,9 см, а при застосуванні мінеральних добрив відзначено їх зростання на 4,7-10,6 та 10,3-28,2%, відповідно.

Аналіз одержаних даних свідчить про те, найбільша довжина качана на рівні 28,2 см зафіксована при внесенні добрив у дозі N₉₀P₉₀ за густоти стояння 50 тис./га у варіанті з гібридом ДКС 4795. За фону N₁₂₀P₁₂₀ цей же гібрид при заданій густоті навіть знижував цей показник, який склав 28,1 см. Найменша

довжина качана (22,3 см) відзначена у контрольному варіанті на гібриді ДКС 3730 за густини 70 тис./га. Найбільші качани за діаметром були у варіанті із гібридом ДКС 4795 із значенням 5,3 см на двох фона мінерального живлення – $N_{90}P_{90}$ та $N_{120}P_{120}$.

4.2 Врожайність зерна кукурудзи

Результати досліджень, проведених у 2016–2018 рр. свідчать про істотний вплив на формування продуктивності зерна культури гібридного складу, густоти стояння рослин та фону мінерального живлення (рис. 4.2, додаток Б.4).

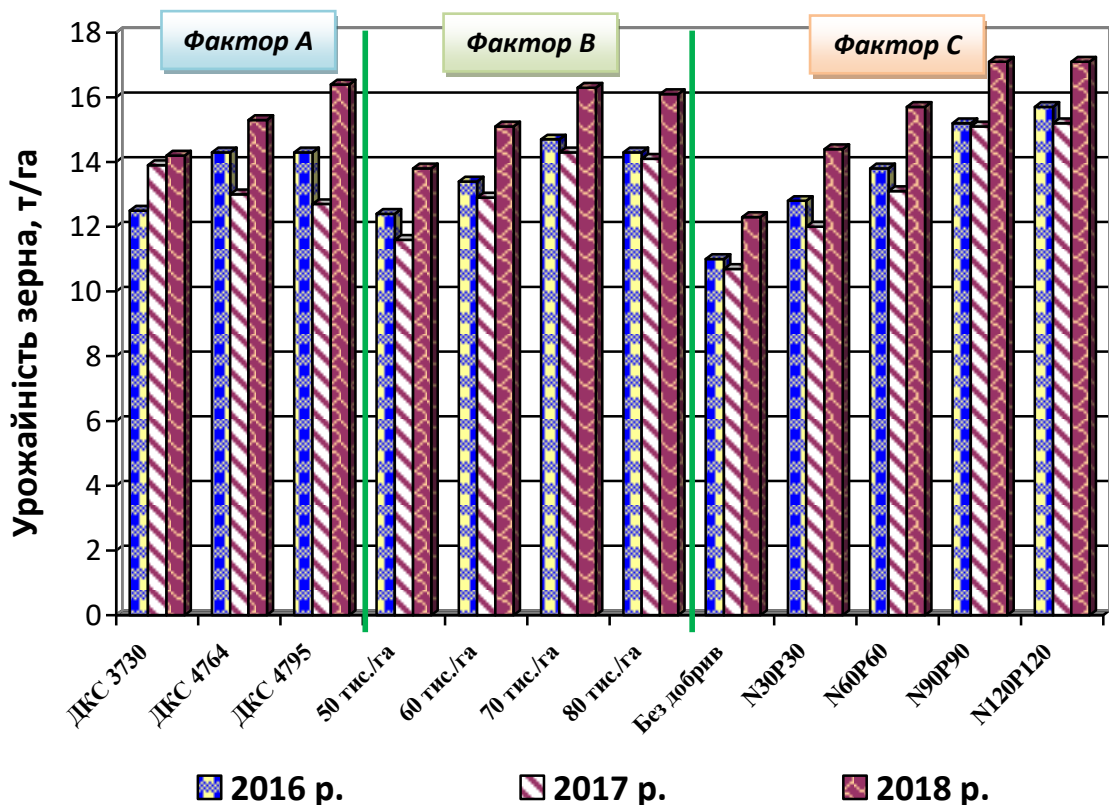


Рис. 4.2 Середньофакторіальні показники врожайності зерна кукурудзи в роки проведення досліджень

фактор А – гібриди кукурудзи різних груп стиглості;

фактор В – густина стояння рослин;

фактор С – фон мінерального живлення

Погодні умови, що склалися впродовж вегетаційного періоду, також

значно впливали на рівень урожайності зерна гібридів. Дослідженнями встановлено, що ростові процеси гібридів кукурудзи різних груп стиглості значно варіювали під впливом гідротермічних умов у період вегетації залежно від факторів досліду.

Дефіцит опадів та високий температурний фон в цілому негативно позначилися на зерновій продуктивності гібридів. Так, у найбільш сприятливому 2018 році урожайність всіх біотипів була більшою, ніж у 2016 та 2017 рр. За всіма групами стиглості гібридів кукурудзи спостерігали залежність урожайності зерна від густоти стояння рослин та удобрення. Тобто фону мінерального живлення.

Найвищу середню врожайність зерна – 16,4 т/га сформував в 2018 році гібрид ДКС 4795. Оптимальною для даного гібрида була густота стояння рослин 70 тис. шт./га, за використання якої врожайність становила 17,4 т/га. Для всіх біотипів найкращі умови вирощування склалися за фону мінерального живлення $N_{90}P_{90}$ та $N_{120}P_{120}$, коли отримали зернову продуктивність 17,1 т/га.

В середньому за роки проведення досліджень проявився вплив на врожайність зерна кукурудзи всіх факторів, які були поставлені на вивчення (табл. 4.4).

У середньому, за три роки найвищу врожайність зерна – 14,5 т/га отримали на посівах гібриду ДКС 4795, що більше порівняно з іншими гібридами на 2,1-6,2%. Максимальний показник продуктивності даного гібриду – 15,1 т/га отримали за формування густоти стояння рослин 80 тис. шт./га. Найкращу продуктивність гібриди ДКС 4964 та ДКС 4795 сформували за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га, відповідно, 15,5 та 15,4 т/га. Зрідження або загущення посівів всіх біотипів призводило до зниження врожайних показників.

Внесення мінеральних добрив забезпечило приріст урожайності зерна, в середньому на 1,8–4,7 т/га, порівняно з контролем. Максимальну середню

урожайність зерна культури – 16,0 т/га отримали за внесення добрив у дозі $N_{120}P_{120}$.

Таблиця 4.4

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення в умовах зрошення, т/га (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах		
		без добрив (контроль)	$N_{30}P_3$ 0	$N_{60}P_6$ 0	$N_{90}P_{90}$	$N_{120}P_{120}$	А	В	
ДКС 3730	50	9,8	11,0	11,8	13,2	13,9	13,6	11,9	
	60	10,5	12,2	12,7	14,5	14,8		12,9	
	70	11,4	13,2	14,8	16,3	16,2		14,4	
	80	11,5	14,2	15,3	16,8	17,6		15,1	
ДКС 4964	50	10,2	11,7	12,9	14,9	15,2	14,2	13,0	
	60	12,0	12,9	14,1	15,5	16,1		14,1	
	70	12,6	15,0	16,3	16,7	16,6		15,5	
	80	11,6	13,1	14,2	15,7	16,4		14,2	
ДКС 4795	50	10,5	12,0	12,9	14,4	15,0	14,5	13,0	
	60	11,4	13,0	14,3	16,6	16,3		14,3	
	70	12,4	14,4	15,6	17,6	17,1		15,4	
	80	12,3	14,3	15,2	17,2	17,1		15,2	
Середнє по фактору С		11,3	13,1	14,2	15,8	16,0			
НІР ₀₅ , т/га:	часткових відмінностей: А – 0,09; В – 0,14; С – 0,16								
	середніх (головних) ефектів: А – 0,12; В – 0,18 ; С – 0,25								

Дисперсійна обробка результатів урожайності дозволила визначити частку впливу досліджуваних факторів на формування цього показника для гібридів досліджуваної культури (рис. 4.3).

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що фактор С (удобрення) максимально вплинув на формування зернової продуктивності гібридів культури, частка його впливу становила 56%. Дія факторів А та В була значно меншою, складаючи відповідно – 5 та 22 %. Взаємодія факторів виявилась слабкою – 1-5%, а вплив інших чинників на формування врожайності склав 6,0 %. Отже, найбільш суттєво на отримання високої врожайності зерна кукурудзи впливав фон мінерального живлення.

Кореляційно-регресійне моделювання рівнів урожайності зерна

досліджуваних гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та доз азотно-фосфорних добрив дозволило встановити їх потенціал продуктивності (рис. 4.4).

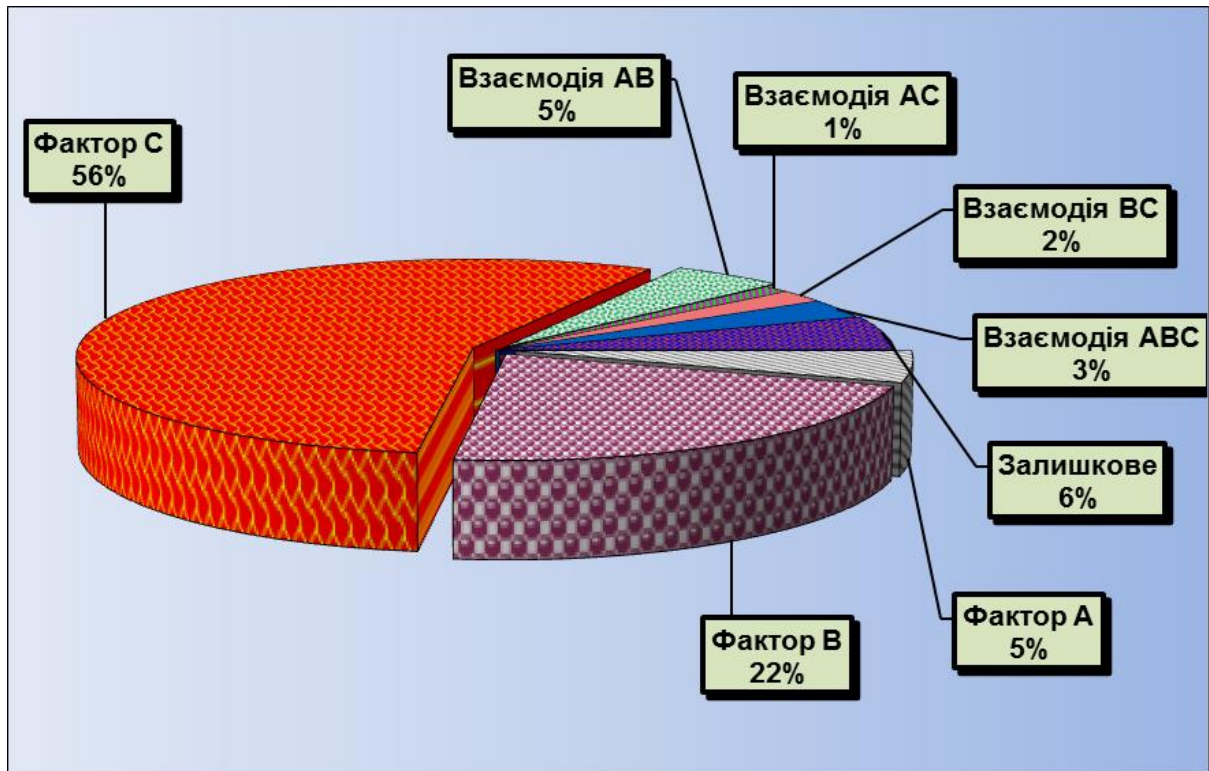


Рис. 4.3 Частка впливу факторів дослідів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості, % (середнє за 2016-2018 рр.)

фактор А – гібриди кукурудзи різних груп стиглості;

фактор В – густина стояння рослин;

фактор С – фон мінерального живлення

Визначено, що у гібриду ДКС 3730 густина стояння слабо впливає на величину потенційної продуктивності, проте за підвищення доз мінеральних добрив понад 140 кг діючої речовини на 1 гектар теоретична врожайність складає 16-18 т/га.

У гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795 проявилася суттєва позитивна реакція на збільшення фону азотного і фосфорного живлення, а також на слабка негативна – на зростання ступеню густоти стояння рослин до 100 тис. шт./га. Теоретичний потенціал цих гібридів за внесення добрив на рівні 180-200 кг діючої речовини на 1 гектар підвищується до 22-26 т/га.

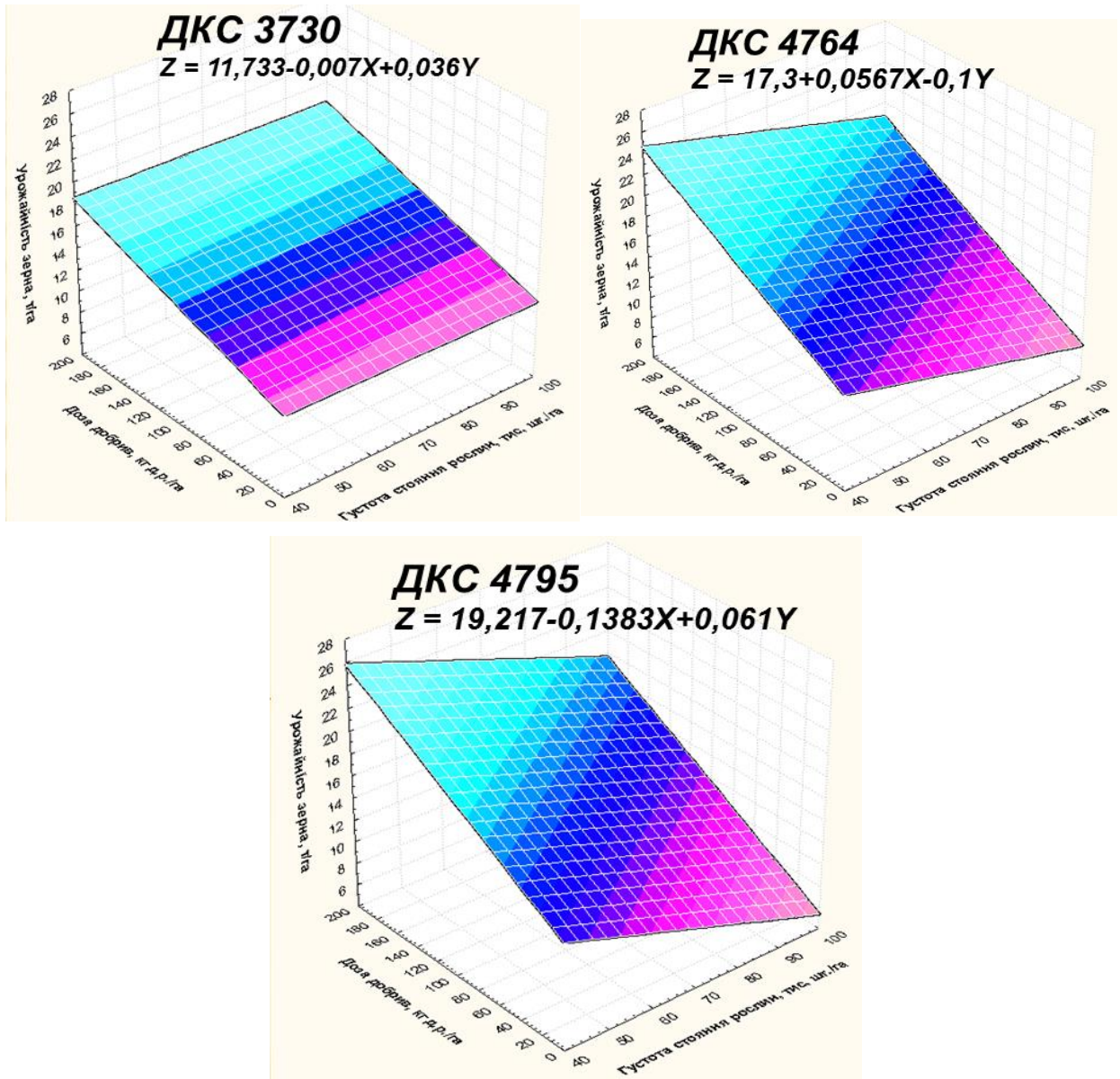


Рис. 4.4 Кореляційно-регресійні моделі врожайності зерна досліджуваних гібридів кукурудзи (Z) залежно від густоти стояння рослин (X) та доз азотно-фосфорних добрив (Y)

4.3 Якість зерна кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та фону мінерального живлення

Поряд з підвищенням урожайності кукурудзи також вагоме значення має покращення якості зерна. При цьому необхідно враховувати напрями використання зерна та сучасні критерії оцінки за показниками якості ДСТУ

та інших прийнятих нормативних документів. До складу зерна кукурудзи входять білки, вуглеводи, вітаміни, жири, мінеральні речовини. Вуглеводи становлять найважливішу частину зерна кукурудзи. Їх частка в зерні може досягати 80%; головні з них – крохмаль, цукри, клітковина, геміцелюлоза, пентозани. За використання зерна для харчування людей і корму тварин крохмаль слугує джерелом енергії [280].

Якщо за виробництва біоетанолу увага приділяється вмісту в зерні крохмалю, то в харчових цілях найбільше значення має вміст в одержаній продукції протеїну і жиру. Слід зауважити, що вартість зерна на світових ринках, у першу чергу, обумовлена вмістом в зерні білка.

Тому, за кордоном велика увага приділяється дослідженням для підвищення вмісту білка за рахунок підбору гібридного складу з високими параметрами врожайності та якості, а також комплексному вдосконаленні агротехнологічних заходів [281-282].

Посушливий клімат Південного Степу України та застосування зрошення сприяють формуванню зерна кукурудзи з високим умістом білка. Підвищена температура повітря (понад 30°C) наприкінці вегетаційного періоду погіршує процеси фотосинтезу та викликає втрати органічних сполук на дихання і теплообмін, при цьому проявляється втрата вуглеводів та інших речовин, проте уміст білків суттєво зростає.

Для отримання високобілкового зерна кукурудзи сприятливими є інтенсивне сонячне світло та незначний дефіцит доступної вологи. Надмірна кількість опадів у період формування зерна культури негативно впливає на його якість [159].

У наших дослідах крім урожайності зерна гібридів кукурудзи, оцінювали і якість продукції. Встановлено, що якісні характеристики зерна культури залежали від густоти стояння рослин, удобрення та безпосередньо від біологічних особливостей досліджуваних гібридів (табл. 4.5).

Показники якості зерна кукурудзи різною мірою змінювались під впливом досліджуваних факторів. За вмістом білка у зерні переважав гібрид

ДКС 4795 – в зерні гібрида, у середньому, було 8,9% білка, що на 1,1-4,5% більше, порівняно з іншими гібридами.

Таблиця 4.5

Вплив удобрення на показники якості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи різних груп стиглості, % (середнє за 2016–2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Удобрення (фактор С)	Вміст білка	Вміст крохмалю	Вміст жиру	
ДКС 3730	без добрив (контроль)	8,1	72,5	5,3	
	N ₃₀ P ₃₀	8,3	72,3	4,6	
	N ₆₀ P ₆₀	8,3	71,7	4,6	
	N ₉₀ P ₉₀	8,5	71,6	4,6	
	N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,0	71,0	4,7	
ДКС 4964	без добрив (контроль)	8,3	71,7	5,3	
	N ₃₀ P ₃₀	8,4	71,4	4,6	
	N ₆₀ P ₆₀	8,5	70,8	4,5	
	N ₉₀ P ₉₀	8,9	70,9	4,5	
	N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,1	70,2	4,7	
ДКС 4795	без добрив (контроль)	8,5	70,7	5,2	
	N ₃₀ P ₃₀	8,7	70,4	4,5	
	N ₆₀ P ₆₀	8,7	69,4	4,2	
	N ₉₀ P ₉₀	9,0	69,8	4,5	
	N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,4	69,6	4,3	
НІР ₀₅ , %		А	0,22	0,75	0,11
		С	0,16	0,63	0,14

Примітка. Густота стояння рослин 70 тис. шт./га

Збільшення дози удобрення навпаки сприяло формуванню більшої кількості білка в зерні кукурудзи. За вмістом крохмалю у зерні переважав гібрид ДКС 3730 – 71,6%, тоді як у інших гібридах його вміст варіював у межах 69,7–70,9%.

Серед досліджуваних гібридів за вмістом жиру відмінностей майже не було виявлено, його вміст склав 4,6-4,8%. Збільшення густоти стояння рослин та фону живлення сприяло зменшенню кількості жиру в зерні за всіма

варіантами досліджу.

Аналізом експериментальних даних доведено, що під впливом досліджуваних чинників та залежно від біологічних особливостей гібридів, змінювався вміст у зерні білка, крохмалю та жирів (додаток Б.5). За вмістом білка у зерні переважав гібрид ДКС 4795 – в зерні гібрида, в середньому, було 8,9% білка, що на 1,1-4,5% більше, порівняно з аналогічним показником у інших досліджуваних у досліді гібридів. В межах кожного генотипу із збільшенням густоти стояння рослин спостерігали прямопропорційне зменшення кількості білка в зерні культури. Збільшення дози удобрення навпаки сприяло формуванню більшої кількості білка в зерні кукурудзи.

За вмістом крохмалю у зерні переважав гібрид ДКС 3730 – 71,6%, тоді як у інших гібридах його вміст варіював у межах 69,7–70,9%. Загущення густоти стеблостою сприяло збільшенню показника в усіх досліджуваних генотипів, тоді як збільшення дози добрив навпаки призводило до зменшення кількості крохмалю в зерні культури.

У середньому за роки досліджень зерно досліджуваних гібридів кукурудзи за варіантами містило 4,0-5,3% жиру. Серед досліджуваних гібридів за вмістом жиру відмінностей майже не було виявлено, його вміст склав 4,6-4,8%. Збільшення густоти стояння рослин та фону живлення сприяло зменшенню кількості жиру в зерні за всіма варіантами досліджу.

Висновки до розділу 4

1. Збиральна вологість зерна бала найменшою у гібриду ДКС 3730 з несуттєвим (на 1,3-3,9 відсоткових пунктів) зростанням її у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795. Встановлено залежність зменшення досліджуваного показника при збільшенні густоти стояння рослин кукурудзи. Так, у гібриду ДКС 3730 при підвищення ступеня загущення рослин, передзбиральна вологість зерна зменшилася з 16,1 до 14,9%, а у гібридів ДКС 4964 – відповідно з 16,2 до 15,2%. Внесення азотних і фосфорних добрив підвищило

збиральної вологості зерна порівняно з контрольним варіантом на 0,9-3,4 відсоткових пунктів.

2. Максимальний вихід зерна з качанів кукурудзи гібриди ДКС 4795 та ДКС 4964 визначили за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га – відповідно 84,7 і 83,4%. Загущеність посівів усіх біотипів призвела до зменшення досліджуваного показника. Внесення мінеральних добрив характеризувалось приростом виходу зерна у середньому на 2,3-5,5% порівняно з контролем. Максимальний середній вихід зерна з качанів (84,1%) забезпечило використання найбільшої в досліді дози азотно-фосфорних добрив.

3. Максимальною маса 1000 зерен визначена у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795. Найменший даний показник сформувався за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га – в діапазоні 296-319 г. Внесення добрив залежно від доз збільшило цей показник – на контрольному варіанті 306 до 328 г за внесення азотних і фосфорних добрив у діапазоні від 30 до 120 кг д.р. на 1 га посівної площі.

4. Найбільша довжина качана на рівні 28,2 см зафіксована при внесенні добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ за густоти стояння 50 тис./га у варіанті з гібридом ДКС 4795. За фону $N_{120}P_{120}$ цей же гібрид при заданій густоті навіть знижував цей показник, який склав 28,1 см. Найбільші качани за діаметром були у варіанті із гібридом ДКС 4795 із значенням 5,3 см на двох фона мінерального живлення – $N_{90}P_{90}$ та $N_{120}P_{120}$.

5. В середньому за роки проведення досліджень максимальний рівень урожайності зерна – 14,5 т/га отримали за вирощування гібриду ДКС 4795. Найвищу продуктивність цей гібрид формує за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га, а гібриди ДКС 4964 та ДКС 4795 – за густоти 70 тис. шт./га. Максимальну середню урожайність зерна культури – 16,0 т/га отримали за внесення добрив у дозі $N_{120}P_{120}$. За результатами дисперсійного аналізу визначено, що фактор С (удобрення) максимально вплинув на формування зернової продуктивності гібридів культури, частка його впливу становила

56%. Дія факторів А та В була значно меншою, складаючи відповідно – 5 та 22 %. Взаємодія факторів виявилась слабкою – 1-5%.

6. Математична обробка експериментальних даних дозволила розробити моделі рівнів урожайності зерна досліджуваних гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та доз азотно-фосфорних добрив. Визначено, що у гібриду ДКС 3730 густота стояння слабо впливає на величину потенційної продуктивності, проте за підвищення доз мінеральних добрив понад 140 кг діючої речовини на 1 гектар теоретична врожайність складає 16-18 т/га. У гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795 проявилася суттєва позитивна реакція на збільшення фону азотного і фосфорного живлення, а також на слабка негативна – на зростання ступеню густоти стояння рослин до 100 тис. шт./га.

7. Встановлено, що показники якості зерна кукурудзи різною мірою змінювались під впливом досліджуваних факторів. За вмістом білка у зерні переважав гібрид ДКС 4795 – в зерні гібрида, в середньому, було 8,9% білка, що на 1,1-4,5% більше, порівняно з іншими гібридами. Збільшення дози удобрення навпаки сприяло формуванню більшої кількості білка в зерні кукурудзи. За вмістом крохмалю у зерні переважав гібрид ДКС 3730 – 71,6%. Серед досліджуваних гібридів за вмістом жиру відмінностей майже не було виявлено, його вміст склав 4,6-4,8%. Збільшення густоти стояння рослин та фону живлення сприяло зменшенню кількості жиру в зерні за всіма варіантами досліджу.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБЛЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

В умовах економічної нестабільності сучасні проблеми підвищення стійкості аграрного виробництва України тісно пов'язані з прогнозуванням виробничих процесів в агропромисловому комплексі. В зв'язку з цим, особливої актуальності набуває економічний та енергетичний аналіз, а також моделювання технологічних процесів, які ґрунтуються на статистичних закономірностях і залежностях виробництва продукції рослинництва від факторів виробництва. Моделювання формування врожайності сільськогосподарських культур, адаптоване до природно-кліматичних умов, дає змогу обґрунтувати доцільність агротехнічних рішень в землеробстві під впливом фактичних або найбільш імовірних у майбутньому умов навколишнього середовища [133, 170, 181].

У різних країнах моделювання набуває все більшого значення з точки зору прогнозування, управління та економіко-енергетичної оцінки складових елементів формування врожайності сільськогосподарських культур з метою досягнення максимальної продуктивності рослинницької галузі. Потреба в розробці й удосконаленні математичних моделей зумовлена постійним ускладненням завдань у всіх галузях сільського господарства, що мають системний характер і підвищенням вимог до коректності та обґрунтованості управлінських рішень. Все це призводить до підвищення значень математичних моделей в засобах сучасних інформаційних технологій [117, 167].

Потреба врахування впливу на продуктивність рослин значної кількості варіабельних факторів в динаміці (біологічних, ґрунтових, метеорологічних, агротехнічних, економічних та інших) обумовлює необхідність впровадження системного підходу в управлінні формування урожаю на

основі економічного й енергетичного аналізу, а також моделювання, створення математичних моделей для раціонального використання ресурсів, врахування конкретних умов кожного господарства, протидії несприятливим чинникам навколишнього середовища – зміни клімату, відсутність опадів, високі температури повітря, суховії [107]. Лише за рахунок комплексного аналізу є можливість встановлення оптимального сполучення інтенсивної технології вирощування кукурудзи на поливних землях [91].

5.1 Економічний аналіз технології вирощування кукурудзи

Питання підвищення економічної ефективності й оптимізації енергетичної складової сільськогосподарського виробництва і зокрема у зрошуваному землеробстві, вивчали багато вчених. Проте цілий ряд питань з цього напрямку не знайшли свого вирішення, оскільки необґрунтоване зростання виробничих витрат, у тому числі на застосування зрошення, агрохімікатів тощо, призводить до зниження ефективності господарювання [21, 55, 76].

Аналіз економічних та енергетичних показників у науці та виробництві почали застосовувати давно, і згодом цей напрям охопив майже всі галузі людських знань. Проте методологічні питання цих досліджень тривалий період часу розвивалася відсторонено від інших наук, не було розроблено єдиної системи понять та термінів [51, 55, 162].

При вирощуванні кукурудзи як і інших сільськогосподарських культур на зрошуваних землях велике значення належить оцінці економічної ефективності. Особливого значення економічний показник мають в умовах постійного зростання ціни на поливну воду, електроенергію, добрива, паливно-мастильні матеріали тощо. Економічна та енергетична оцінка технології вирощування в зрошуваному землеробстві дозволяє провести підбір найкращих варіантів агротехнологічного процесу. Комплексна оцінка елементів технології вирощування зерна кукурудзи сприяє підвищенню

продуктивності рослинницької галузі, посилює процеси трансформації і перерозподілу матеріальних ресурсів в агроекосистемах, дають змогу розробити оптимізовані технології вирощування які базуються на засадах наукового обґрунтування, раціонального використання ресурсного потенціалу України та мінімізації екологічного тиску на довкілля [31, 46, 67, 100, 161].

За результатами узагальнення наших досліджень були проведені відповідні економічні розрахунки для встановлення найкращого сполучення досліджуваних факторів і варіантів, а також для можливості рекомендувати виробництву розроблені елементи технології гібридів кукурудзи – густоту стояння рослин та дози азотних і фосфорних добрив. Для розрахунку витратної частини економічного аналізу було сформовані електронні карти технології вирощування кукурудзи на зрошуваних землях Південного Степу України. Для здійснення економічних розрахунків були використані біржові ціни, які склалися у третьому кварталі 2018 року на ринку південного регіону України – 4700 грн за 1 т зерна кукурудзи [62]. Також на цей же період були прийняті ринкові ціни на агроресурси – паливно-мастильні матеріали, добрива, пестициди, насіння тощо.

Дослідженнями, проведеними протягом 2016-2018 років визначено, що за всіма групами стиглості гібридів кукурудзи спостерігали залежність економічних показників за зміни густоти стояння рослин та фону мінерального живлення (табл. 5.1). В середньому за фактором А (гібрид), найбільшою вартість валової продукції – 68,1 тис. грн/га визначена за вирощування гібриду ДКС 4795. За сівби гібридів ДКС 3730 та ДКС 4766 спостерігалась тенденція до зниження цього показника, на 6,3% та 2,1%, відповідно. Недотримання оптимальної густоти стояння та її зменшення або збільшення, призвело до деякого недобору як валової продукції, так і одержаних коштів за неї. Різниця у вартості валової продукції між ДКС 3730 та ДКС 4964 гібридами становить 2,9 тис. грн з одиниці площі, а зі 100 га – 2,9 млн грн, що досить суттєво для кожного сільгосптоваровиробника.

Вартість валової продукції за вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення, тис. грн/га (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	46,1	51,7	55,5	62,0	65,3	63,8	56,1
	60	49,4	57,3	59,7	68,2	69,6		60,8
	70	53,6	62,0	69,6	76,6	76,1		67,6
	80	54,1	66,7	71,9	79,0	82,7		70,9
ДКС 4964	50	47,9	55,0	60,6	70,0	71,4	66,7	61,0
	60	56,4	60,6	66,3	72,9	75,7		66,4
	70	59,2	70,5	76,4	78,5	78,0		72,5
	80	54,5	61,6	66,7	73,8	77,1		66,7
ДКС 4795	50	49,4	56,4	60,6	67,7	70,5	68,1	60,9
	60	53,6	61,1	67,2	78,0	76,6		67,3
	70	58,3	67,7	73,3	82,7	80,4		72,5
	80	57,8	67,2	71,4	80,8	80,4		71,5
Середнє по фактору С		53,3	61,5	66,5	74,2	75,3		

При дослідженні впливу густоти стояння рослин (фактор В) встановлено тенденцію коливань вартості валової продукції. Слід зауважити, що максимальне середнє значення цього показника – 70,9 тис. грн/га отримали за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га.

Залежно від удобрення (фактор С) найвищим показник вартості валової продукції – на рівні 75,3 тис. грн/га сформований за фону мінерального живлення N₁₂₀P₁₂₀. Максимальним значення вартості валової продукції – 82,7 тис. грн/га забезпечила сівба гібриду ДКС 4795 за використання густоти 70 тис. шт./га та фону мінерального живлення N₉₀P₉₀.

Розрахунками встановлено, що на виробничі витрати вирощування кукурудзи впливали всі досліджувані фактори (табл. 5.2). У середньому за 2016-2018 рр., із гібридного складу, що вивчали, найменший показник виробничих витрат – 31,7 тис. грн/га визначено у гібриду ДКС 3730, найбільший у гібриду ДКС 4795 – 33,8 тис. грн/га. Відносно досліджуваних

варіантів густоти стояння, у середньому по фактору, найменші виробничі витрати були за використання густоти стояння 70 тис. шт./га, які за варіантами дослідів знаходились у межах 30,5-34,9 тис. грн/га.

Таблиця 5.2

Виробничі витрати на вирощування досліджуваних гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення, тис. грн/га (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	26,8	28,6	30,5	32,3	34,1	31,7	30,5
	60	27,4	29,2	31,1	32,9	34,7		31,1
	70	28,8	30,6	32,5	34,3	36,1		32,5
	80	29,2	31,0	32,9	34,7	36,5		32,9
ДКС 4964	50	27,9	29,7	31,6	33,4	35,2	33,4	31,6
	60	30,1	31,9	33,8	35,6	37,4		33,8
	70	31,2	33,1	35,0	36,8	38,6		34,9
	80	29,8	31,6	33,5	35,3	37,1		33,5
ДКС 4795	50	29,4	31,2	33,1	34,9	36,7	33,8	33,1
	60	30,2	32,0	33,9	35,7	37,5		33,9
	70	30,6	32,4	34,3	36,1	37,9		34,3
	80	30,4	32,2	34,1	35,9	37,7		34,1
Середнє по фактору С		29,3	31,2	33,1	34,9	36,7		

Залежно від фону мінерального живлення виробничі витрати, в середньому, коливались від 29,3 до 36,7 тис. грн/га. Це пояснюється тим, що зі збільшенням доз внесення мінеральних добрив, загальна вартість виробничих витрат зростала. Цілком зрозуміло, що найменше середнє значення даного показника встановлено у контрольному варіанті (без добрив) – 29,3 тис. грн/га. Загалом по досліді найменші виробничі витрати – 26,8 тис. грн/га. були у варіанті з гібридом ДКС 3730 за густоти стояння 50 тис. шт./га на контролі.

Аналіз економічних розрахунків засвідчив, що в структурі витрат максимальна частка належить мінеральним добривам – 32,4%, також

високим цей показник виявився для паливно-мастильних матеріалів (рис. 5.1).

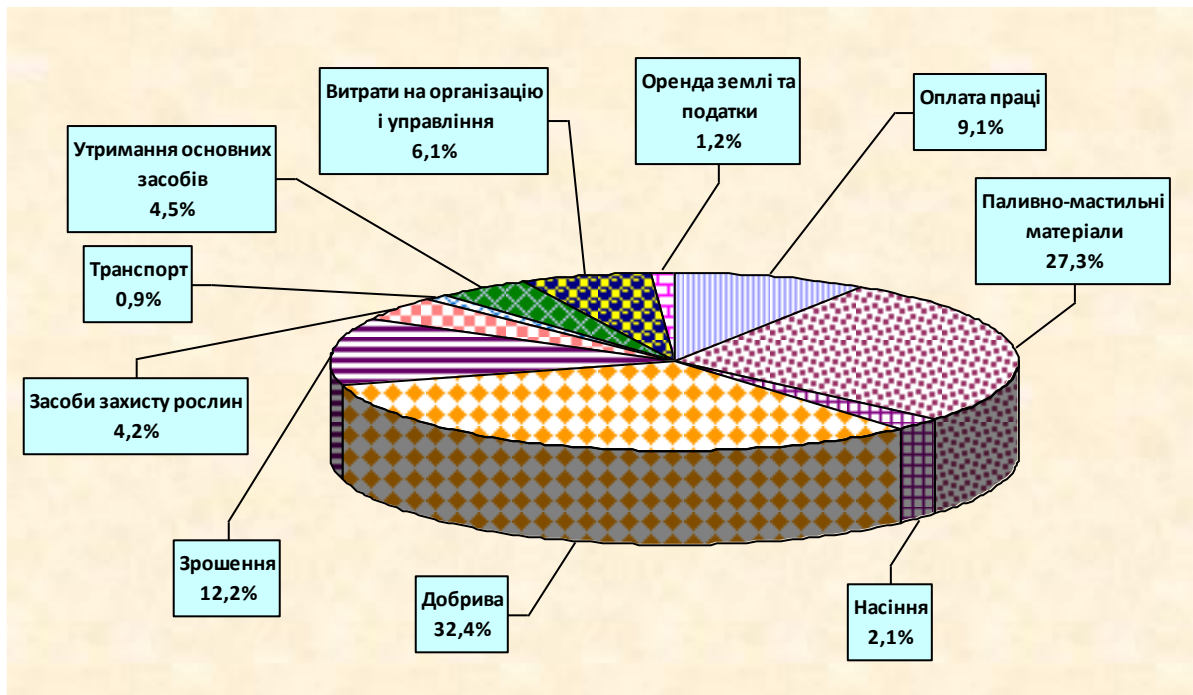


Рис. 5.1 Питома вага виробничих витрат при вирощуванні зерна кукурудзи на зрошуваних землях, % (в середньому по досліджуваних факторах та роках проведення досліджень)

Інші складові елементи економічних витрат розподілялися так: на зрошення та меліоративні витрати приходилось – 12,3%; оплата праці – 9,1%, утримання основних засобів – 4,5%, засоби захисту рослин – 4,2%, насіння – 2,1%. Інші складові елементи структури витрат були менше 2%, з мінімальними витратами 0,9% – на транспорт.

Аналізуючи собівартість виробництва 1 т зерна кукурудзи, треба відмітити, що її значення серед гібридного складу (фактор А) майже не мали коливань (табл. 5.3). Даний показник для гібридів ДКС 3730 та ДКС 4964 становив 2,36, гібриду ДКС 4795 – 2,37 тис. грн/т.

Найменшу середню собівартість продукції за фактором В (густота стояння рослин) – 2,26 тис. грн/т, визначили за густоти стояння 70 тис. шт./га.

Собівартість 1 т зерна кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та удобрення, тис. грн (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	2,73	2,60	2,59	2,45	2,46	2,36	2,57
	60	2,60	2,40	2,45	2,27	2,35		2,41
	70	2,52	2,32	2,20	2,11	2,23		2,28
	80	2,53	2,19	2,15	2,07	2,08		2,20
ДКС 4964	50	2,73	2,54	2,45	2,24	2,32	2,37	2,46
	60	2,50	2,48	2,40	2,30	2,32		2,40
	70	2,48	2,21	2,15	2,20	2,32		2,27
	80	2,56	2,42	2,36	2,25	2,26		2,37
ДКС 4795	50	2,80	2,60	2,57	2,43	2,45	2,36	2,57
	60	2,64	2,46	2,37	2,15	2,30		2,39
	70	2,46	2,25	2,20	2,05	2,22		2,24
	80	2,47	2,25	2,25	2,09	2,21		2,25
Середнє по фактору С		2,59	2,39	2,34	2,22	2,29		

Стосовно фактору С (удобрення), найнижчу собівартість 1 тонни зерна – 2,22 тис. грн. забезпечує використання фону живлення N₉₀P₉₀.

Найменша собівартість, у середньому за 2016-2018 рр. проведення досліджень – 2,05 тис. грн/т, встановлена за сівби гібрида ДКС 4795, густоти стояння 70 тис. шт./га та дози мінерального добрива N₉₀P₉₀.

У процесі аналізу економічних показників вирощування гібридів кукурудзи було визначено умовно чистий прибуток (табл. 5.4).

Відносно впливу генотипу, в середньому по фактору, найбільшим даний показник отримано за вирощування гібрида ДКС 4795 – 34,2 тис. грн/га, що на 2,9-6,1% більше, порівняно з іншими гібридами. Також доведено, що формуванню максимального умовного чистого прибутку сприяла густота стояння рослин 70 тис. шт./га, за якої даний показник склав 36,9 тис. грн/га. Зменшення та збільшення густоти стояння рослин призвело до зниження умовно чистого прибутку.

**Умовно чистий прибуток за вирощування гібридів кукурудзи залежно
від густоти стояння рослин та удобрення, тис. грн/га
(середнє за 2016-2018 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
ДКС 3730	50	19,3	23,1	24,9	29,7	31,2	32,1	25,6
	60	22,0	28,1	28,6	35,2	34,8		29,7
	70	24,8	31,4	37,0	42,3	40,0		35,1
	80	24,9	35,7	39,0	44,2	46,2		38,0
ДКС 4964	50	20,1	25,3	29,0	36,6	36,2	33,2	29,4
	60	26,4	28,7	32,4	37,2	38,2		32,6
	70	28,0	37,4	41,6	41,7	39,4		37,6
	80	24,8	29,9	33,2	38,5	40,0		33,3
ДКС 4795	50	20,0	25,2	27,5	32,8	33,8	34,2	27,8
	60	23,4	29,1	33,3	42,3	39,1		33,4
	70	27,7	35,2	39,0	46,6	42,4		38,2
	80	27,5	35,0	37,3	44,9	42,6		37,5
Середнє по фактору С		24,1	30,3	33,6	39,3	38,7		

Серед досліджуваних фонів мінерального живлення (фактор С) перевагу в отриманні найбільшого умовного чистого прибутку мала доза удобрення N₉₀P₉₀, за якої даний показник склав 39,3 тис. грн/га. У середньому за три роки, максимальний умовно чистий прибуток – 46,6 тис. грн/га отримали за сівби гібрида ДКС 4795, густоти стояння 70 тис. шт./га та дози мінерального добрива N₉₀P₉₀. Мінімальними значення цього найважливішого економічного показника (19,3 тис. грн/га) були у варіанті з гібридом ДКС 3730 за густоти стояння 50 тис. шт./га без внесення азотних і фосфорних добрив.

Аналізуючи рівень рентабельності досліджуваних варіантів, слід відмітити, що на формування даного показника позначалися всі фактори досліді. Найвищий показник виробничої рентабельності (129%) визначено у

варіанті з гібридом ДКС 4795 за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га по фоні удобрення $N_{90}P_{90}$ (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

**Рівень рентабельності вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фоні мінерального живлення, %
(середнє за 2016-2018 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	$N_{30}P_{30}$	$N_{60}P_{60}$	$N_{90}P_{90}$	$N_{120}P_{120}$	А	В
ДКС 3730	50	72,2	80,5	81,7	91,9	91,4	100,1	83,5
	60	80,4	96,1	91,7	107,0	100,3		95,1
	70	86,4	102,5	113,8	123,2	110,7		107,3
	80	85,4	115,0	118,4	127,4	126,4		114,5
ДКС 4964	50	72,1	84,9	91,7	109,5	102,8	98,6	92,2
	60	87,7	89,8	95,9	104,5	102,2		96,0
	70	89,8	113,1	119,0	113,4	102,2		107,5
	80	83,3	94,6	99,0	108,9	107,6		98,7
ДКС 4795	50	68,1	80,5	83,0	93,8	91,9	100,3	83,5
	60	77,7	90,7	98,1	118,4	104,1		97,8
	70	90,8	108,6	113,6	129,0	111,9		110,8
	80	90,5	108,5	109,3	125,0	113,0		109,3
Середнє по фактору С		82,0	97,1	101,3	112,6	105,4		

Найвищий рівень рентабельності, в середньому по фактору А (гібрид) – 100,3%, нами встановлено у варіанті з гібридом ДКС 4795. Вивчення варіантів густоти стояння визначено, що, в середньому по фактору В, максимального значення (108,5%) цей показник досягнув за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га. Причому найвищий рівень рентабельності 112,6% одержано за внесення дози мінерального добрива $N_{90}P_{90}$.

З метою встановлення комплексного впливу на економічну ефективність вирощування кожного гібриду нами було проведено відповідні розрахунки окремо за густотою стояння рослин та фоном мінерального живлення. Економічним аналізом обґрунтовано, що найбільшою вартість

вальної продукції у межах 72,4-72,9 тис. грн./га була у варіантах з густотою стояння 70 тис. шт./га у варіантах з гібридами ДКС 4964 та ДКС 4795.

Найменшим (55,9 тис. грн/га) даний показник виявився при вирощуванні гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Економічна ефективність технології вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид	Густота стояння рослин, тис. шт./га	Урожайність, т/га	Економічні показники				
			вартість валової продукції, тис. грн/га	витрати на вирощування основної продукції, тис. грн/га	собівартість, тис. грн/т	чистий прибуток, тис. грн/га	рівень рентабельності, %
ДКС 3730	50	11,9	55,9	26,8	2,25	29,2	109,1
	60	12,9	60,6	27,4	2,12	33,3	121,7
	70	14,4	67,7	28,8	2,00	38,9	135,4
	80	15,1	71,0	29,2	1,93	41,8	143,5
ДКС 4964	50	13,0	61,1	27,9	2,14	33,3	119,4
	60	14,1	66,3	30,1	2,13	36,2	120,5
	70	15,5	72,9	31,2	2,01	41,7	133,5
	80	14,2	66,7	29,8	2,10	37,0	124,3
ДКС 4795	50	13,0	61,1	29,4	2,26	31,8	108,2
	60	14,3	67,2	30,2	2,11	37,1	122,9
	70	15,4	72,4	30,6	1,98	41,8	136,9
	80	15,2	71,4	30,4	2,00	41,1	135,4

Витрати на виробництво зерна кукурудзи коливалися меншою мірою, причому виявлено тенденцію зі зменшення цього економічного показника за мінімальної густоти стояння рослин, та, навпаки, зростання їх величини за формування густоти стеблостою досліджуваної культури на рівні 70-80 тис. шт./га.

Мінімальними значення собівартості продукції у межах 1,93-1,98 тис. грн/т визначено у гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та у гібриді ДКС 4795 – за густоти 70 тис. шт./га.

Умовний чистий прибуток перевищив 40 тис. грн/га у варіантах з гібридами: ДКС 3730 – за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га; ДКС 4964 – за густоти 70 тис. шт./га; ДКС 4795 – за густоти 70-80 тис. шт./га.

Максимального рівня виробничої рентабельності – 143,5% досягнуто у варіанті вирощування гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га. Даний економічний показник перевищив 130% у гібриду ДКС 4964 при загущенні до 70 тис. шт./га, у гібриду ДКС 4795 – до 70-80 тис. шт./га. Найнижчий рівень рентабельності (108,2-109,1%) визначили за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га у гібридів ДКС 4795 та ДКС 3730.

Аналізом економічної ефективності розробленої технології вирощування гібридів кукурудзи виявлено чіткі тенденції щодо зростання вартості валової продукції та відповідно виробничих витрат пропорційно з підвищенням до азотних і фосфорних добрив (рис. 5.2, додаток В.1).

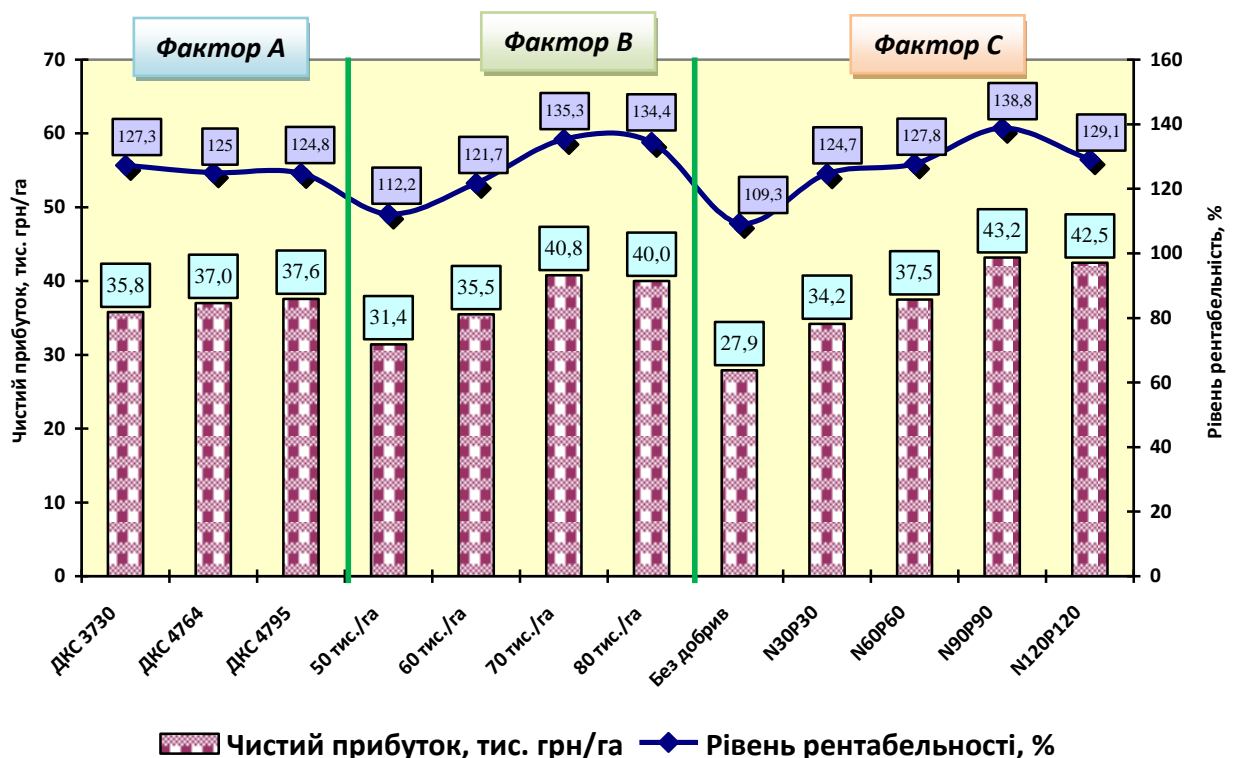


Рис. 5.2 Середньофакторіальні показники чистого прибутку та рентабельності технології вирощування зерна кукурудзи (середнє за 2016-2018 рр.)

Примітки: фактор А – гібриди різних груп стиглості;
фактор В – густина стояння рослин;
фактор С – фон мінерального живлення

Слід відзначити, що на всіх досліджуваних гібридах вартість валової продукції перевищила 70 тис. грн/га у варіантах з максимальним фоном мінерального живлення – $N_{90}P_{90}$ та $N_{120}P_{120}$. Найменші виробничі витрати відзначено у контрольних варіантах (без добрив), особливо у варіанті з гібридом ДКС 3730.

З точки зору раціонального використання добрив найкращий результат забезпечило застосування дози мінеральних у дозі $N_{90}P_{90}$. При цьому собівартість зерна зменшилася до 1,97 тис. грн/т на гібриді ДКС 3730, та відповідно до 1,93 тис. грн/т – у гібриду ДКС 4795.

Умовний чистий прибуток максимальної величини – 41,5-41,6 тис. грн/га досягнув у варіанті з гібридом ДКС 3730 за внесення азотних і фосфорних добрив дозами $N_{90}P_{90}$ та $N_{90}P_{90}$. У гібриду ДКС 4964 за такого фону мінерального живлення також одержали найвищий прибуток – 42,3-42,4 тис. грн/га. Найвищий у досліді чистий прибуток на рівні 45,7 тис. грн/га забезпечує варіант з вирощуванням гібридом ДКС 4795 за внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$. Найгірші результати щодо формування умовного чистого прибутку одержано у варіантах без внесення мінеральних добрив, особливо при вирощуванні гібриду ДКС 3730.

Рівень рентабельності при вирощуванні всіх досліджуваних гібридів кукурудзи мав сталу тенденцію до зростання в напрямку варіантів – без добрив, $N_{30}P_{30}$, $N_{60}P_{60}$ та $N_{90}P_{90}$ з подальшим зниженням за внесення максимальної дози добрив $N_{120}P_{120}$. Найвища рентабельність – 143,1% була у варіанті з гібридом ДКС 4795 за внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$. Мінімальним (108,7-108,9%) цей показник виявився у неудобрених варіантах за вирощування цього ж гібриду та гібриду ДКС 3730.

5.2 Енергетична оцінка розроблених елементів технології вирощування культури в умовах зрошення Південного Степу

Сільськогосподарське підприємство, яке не турбується про перспективи свого розвитку, неминуче опиняється в так званому стані рівноваги на низькому рівні, який характеризується тим, що більша частина його ресурсів у тій або іншій формі витрачається на внутрішнє споживання, чим і досягається певний стан рівноваги, який є досить стійким в статичному сенсі [55]. Такий стан в умовах відсутності зовнішньої конкуренції є практично безризиковим. Однак таке підприємство не може зберегти свій рейтинг серед інших аналогічних підприємств в умовах вільної конкуренції, оскільки серед них завжди знайдуться такі, які значну увагу приділяють своєму перспективному розвитку, завдяки чому поліпшуються характеристики, і вони виходять на більш високий рівень економічної й енергетичної рівноваги [39, 161].

Ефективно вирішити проблему сталого розвитку сільськогосподарської галузі можна шляхом швидкого переходу до стійкого функціонування, що ґрунтується на раціональному використанні біологічних факторів і хіміко-техногенних ресурсів у їхньому оптимальному поєднанні. Суть цієї стратегії полягає в багатоваріантному пошуку близької до ідеальної в конкретних умовах структури (моделі) сільськогосподарського виробництва засобами сучасних інформаційних технологій та її реалізації на практиці [90, 160].

В рослинницькій галузі важливість енергетичного аналізу обумовлена тим, що існує можливість енергетичної складової кожного елемента технології вирощування з встановлення відповідного балансу енергії, яка надходить з врожаєм порівняно з її витратами на дотримання технології (добрива, паливно-мастильні матеріали, технічні засоби, зрошення, насіння та ін.). Також комплексна енергетична оцінка дозволяє встановити рівень ресурсних витрат за кожним елементом технології і на цій основі розробити

ресурсоощадну технологію, яка має також економічну й екологічну спрямованість [69].

Встановлення часток впливу окремих агрозаходів в енергетичному балансі технології вирощування зерна кукурудзи та порівняння цих показників з енергією, яка акумульована в урожаї із встановленням коефіцієнту енергетичної ефективності, дозволяє визначити дію та взаємодію досліджуваних чинників на енергетичний рівень технології вирощування. Для здійснення енергетичної оцінки для кожного варіанта польового дослідження з гібридами кукурудзи, густота стояння рослин, дози азотних і фосфорних добрив) були розроблені електронні технологічні карти, за якими здійснювали розрахунки окремих і сумарних енергетичних витрат агрозаходів для подальшого порівняння цих показників з надходженням енергії з урожаєм зерна кукурудзи. При проведенні енергетичного аналізу розробленої технології вирощування кукурудзи на зерно на поливних землях Південного Степу України розраховували наступні показники: надходження енергії з урожаєм, ГДж/га; витрати енергії на вирощування продукції, ГДж/га; приріст енергії, ГДж/га; коефіцієнт енергетичної ефективності; енергоємність 1 т зерна кукурудзи, ГДж [69, 162].

Енергетичними розрахунками доведено, що питома вага витрат енергії має значні розбіжності за окремими статтями сукупної енергії (рис. 5.3).

Максимальний рівень витрат енергії приходить на паливно-мастильні матеріали (29,4%), машини і обладнання (27,2%). Високий рівень витрат енергії визначено при внесенні мінеральних добрив – 19,4%. На зрошення та живу працю припадає відповідно 8,2 і 7,5%, а на пестициди і насіння – 5,1 і 3,2%, відповідно.

Проведена енергетична оцінка дозволила охарактеризувати технологію виробництва гібридів кукурудзи з погляду витрати енергетичних ресурсів, визначити структуру потоків енергії в агроєкосистемах і виявити головні резерви економії технічної енергії (додаток В.2).

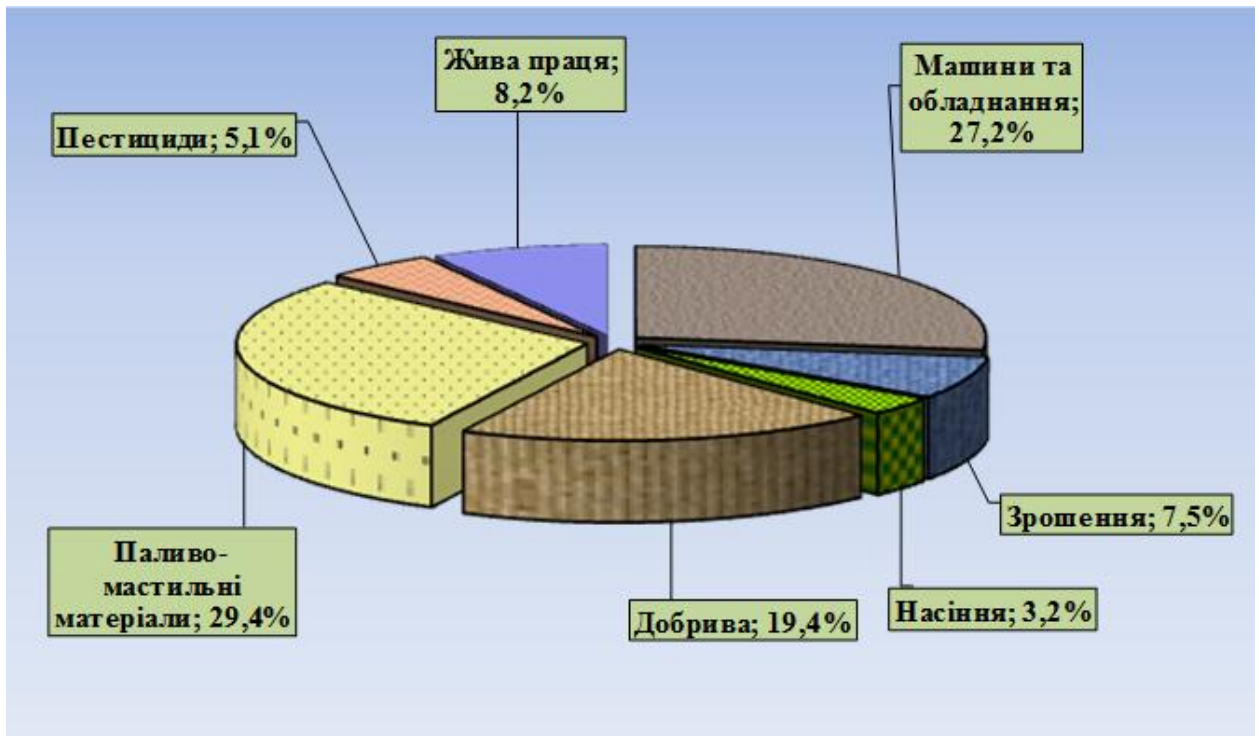


Рис. 5.3 Питома вага енерговитрат за статтями технологічного процесу вирощування зерна кукурудзи на поливних землях, % (в середньому по досліджуваних факторах та роках проведення досліджень)

Результати аналізу енергетичних розрахунків свідчать, що найбільша кількість енергії з урожаєм – 178,2 ГДж/га надійшла у варіанті з вирощуванням гібриду ДКС 4795, за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та фону удобрення $N_{90}P_{90}$.

Найбільші витрати енергії з урожаєм визначені у варіанті з гібридом ДКС 4964, за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та фону удобрення $N_{120}P_{120}$. Найменші витрати енергії за вирощування всіх гібридів кукурудзи було встановлено у контрольних варіантах за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га, де показники становили 32,8–33,2 ГДж/га.

Внесенням добрив збільшився і приріст валової енергії (рис. 5.4).

В середньому по фактору А перевагу мав гібрид ДКС 4795, на якому цей показник зріс до 107,1 ГДж/га, а на інших гібридах склав 98,4 і 104,2 ГДж/га або на 2,9-8,8% менше.

Найсуттєвіший приріст енергії залежно від факторів – 135,7 ГДж/га визначили у варіанті з вирощуванням гібриду ДКС 4795, за густоти стояння

рослин 70 тис. шт./га та фоні удобрення $N_{90}P_{90}$. Це свідчить про покриття додаткових витрат сукупної енергії, зумовленої внесенням добрив.

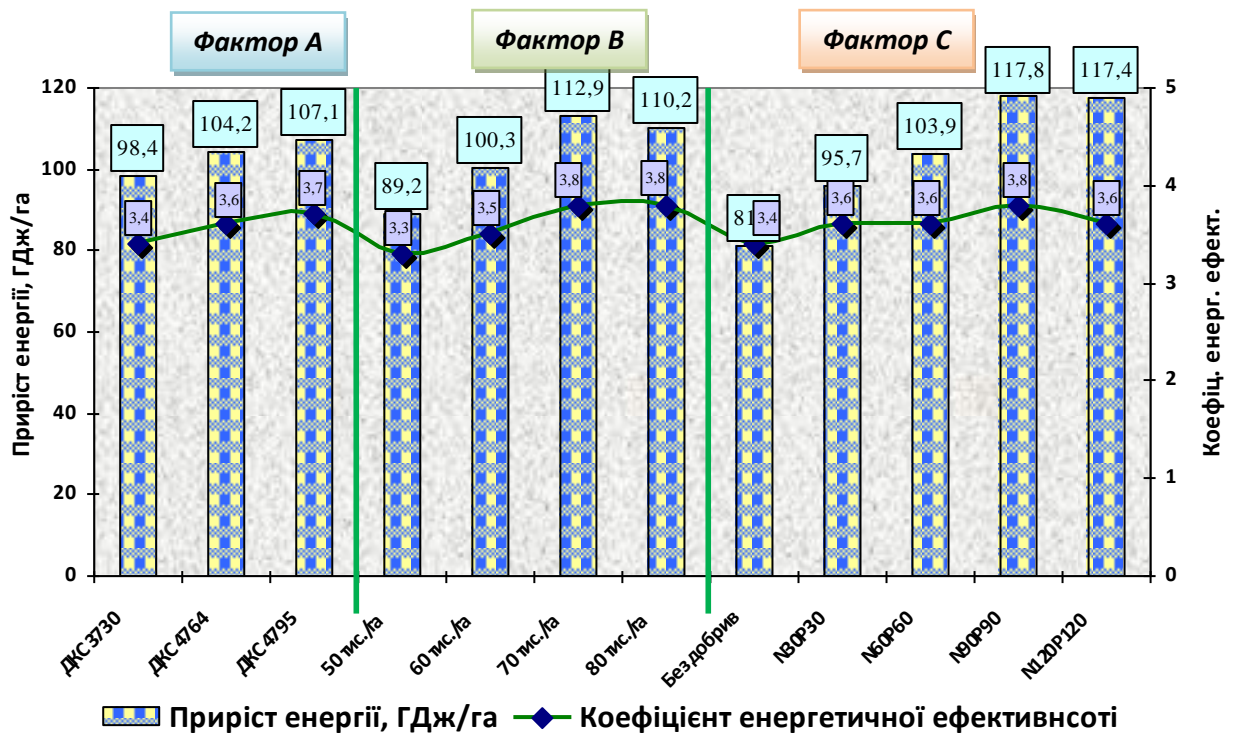


Рис. 5.4 Середньофакторіальні показники приросту енергії та коефіцієнту енергетичної ефективності технології вирощування зерна кукурудзи (середнє за 2016-2018 рр.)

Примітки: фактор А – гібриди різних груп стиглості;
фактор В – густина стояння рослин;
фактор С – фон мінерального живлення

За результатами наших досліджень встановлено, що величина енергетичного коефіцієнту була найбільшою у варіантах із внесенням мінеральних добрив, у контролі спостерігали тенденцію зменшення даного показника. Максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності – 4,19 визначено на посівах гібриду ДКС 4795 за використання густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та дози добрив $N_{90}P_{90}$.

При порівнянні енергетичних показників можна констатувати, що на даному варіанті енергоємність 1 т вирощеної продукції була мінімальною та становила 2,41 ГДж/га.

Для більш повного вивчення впливу досліджуваних факторів на параметри енергетичної ефективності технології вирощування кукурудзи на зерно на поливних землях Південного Степу України нами проведено розрахунок енергоефективності для кожного гібриду окремо за густотою стояння рослин та фоном мінерального живлення. Визначено, що густина стояння рослин має суттєвий вплив на формування енергетичних показників (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

**Енергетичний аналіз технології вирощування гібридів кукурудзи
залежно від густоти стояння рослин (середнє за 2016-2018 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Густина стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Урожай- ність, т/га	Енергетичні показники				
			надход- ження енергії ГДж/га	витрати енергії, ГДж/га	приріст енергії, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності	енергоємність 1 т зерна кукурудзи, ГДж
ДКС 3730	50	11,9	120,5	38,4	82,1	3,14	3,23
	60	12,9	130,6	39,1	91,5	3,34	3,03
	70	14,4	145,8	39,5	106,3	3,69	2,74
	80	15,1	152,9	39,7	113,2	3,85	2,63
ДКС 4964	50	13,0	131,6	38,7	93,0	3,41	2,97
	60	14,1	142,8	39,4	103,4	3,63	2,79
	70	15,5	156,9	39,8	117,2	3,95	2,56
	80	14,2	143,8	40,0	103,8	3,60	2,81
ДКС 4795	50	13,0	131,6	38,8	92,8	3,39	2,98
	60	14,3	144,8	39,5	105,3	3,67	2,76
	70	15,4	155,9	39,9	116,0	3,91	2,59
	80	15,2	153,9	40,1	113,8	3,84	2,64

Надходження енергії з врожаєм сягало найбільшого рівня у гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га – 152,9 ГДж/га; у гібридів ДКС 4964 і ДКС 4795 – за густоти стеблостою 70 тис. шт./га – відповідно 156,9 та 155,9 ГДж/га. Найменшими ці показники у всіх досліджуваних гібридів виявилися за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га.

Витрати енергії на технологію вирощування кукурудзи на зерно неістотно різнилися за гібридами та густотою стояння рослин, що вивчались, і знаходились у межах від 38,4 до 40,1 ГДж/га. Зауважимо, що проявилася

слабка тенденція до зростання на 2,8-3,4% витрат енергії у напрямі переходу густоти стояння рослин від 5 0 до 70-80 тис. шт./га.

У гібриду ДКС 3730 за мінімальної густоти стояння рослин 50-60 тис. шт./га приріст енергії склав 82,1-91,5 ГДж/га, а за густоти стояння 80 тис. шт./га він підвищився до 113,2 ГДж/га або на 23,7-37,9%. У гібридів ДКС 4964 і ДКС 4795 перевагу щодо формування приросту енергії мала густота стояння рослин 70 тис. шт./га, у варіантах з якою одержано відповідно 103,8 та 116,0 ГДж/га енергії, а найменші значення цього показника визначені за густоти стеблостою 50 тис. шт./га – 93,0-92,8 ГДж/га.

Коефіцієнт енергетичної ефективності в усіх варіантах гібридного складу та густоти стояння рослин перевищив позначку 3,0, що свідчить про високу енергетичну ефективність технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення. Найнижчий результат за цим показником (3,14) визначено у варіанті з гібридом ДКС 3730 при загущенні рослин до 50 тис. шт./га. Найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності в межах 3,91-3,95 дозволяють одержати гібриди ДКС 4795 і ДКС 4964 за формування щільності стеблостою 70 тис. рослин на 1 га. Найвищий рівень енергоемності вирощування зерна кукурудзи понад 3,0 ГДж/т визначено у варіанті з гібридом ДКС 3730 при загущенні 50 і 60 тис. шт./га. Мінімального значення – 2,56 цей показник мав на гібриді ДКС 4964 при загущенні 70 тис. шт./га.

Надходження енергії з урожаєм зерна кукурудзи знаходилося в прямій залежності від фону мінерального живлення, причому проявилася тенденція до зростання цього показника за напрямом підвищення доз внесення азотно-фосфорних добрив (табл. 5.7).

Найбільше енергії при вирощуванні гібридів ДКС 3730 та ДКС 4964 на рівні 158,0-166,1 ГДж/га одержано у варіанті з внесенням $N_{120}P_{120}$, а у варіанті з гібридом ДКС 4795 – за удобрення у дозі $N_{90}P_{90}$. Порівняно з контролем (без застосування добрив) внесення азотних і фосфорних добрив забезпечило зростання надходження енергії з урожаєм у середньому на 38,7-

44,5%.

Таблиця 5.7

**Енергетичний аналіз технології вирощування гібридів кукурудзи
залежно від фону мінерального живлення (середнє за 2016-2018 рр.)**

Гібрид	Удобрєння	Урожай- ність, т/га	Енергетичні показники				
			надход- ження енєргії ГДж/га	витрати енєргії, ГДж/га	приріст енєргії, ГДж/га	коефіцієнт енєргетичної ефективності	енєргоємність 1 т зерна кукурудзи, ГДж
ДКС 3730	Без добрив	10,8	109,4	33,6	75,8	3,25	3,11
	N ₃₀ P ₃₀	12,7	128,6	36,5	92,1	3,52	2,87
	N ₆₀ P ₆₀	13,7	138,7	39,4	99,3	3,52	2,88
	N ₉₀ P ₉₀	15,2	153,9	41,8	112,1	3,68	2,75
	N ₁₂₀ P ₁₂₀	15,6	158,0	44,7	113,3	3,53	2,87
ДКС 4964	Без добрив	11,6	117,5	33,8	83,7	3,47	2,91
	N ₃₀ P ₃₀	13,2	133,7	36,7	97,0	3,64	2,78
	N ₆₀ P ₆₀	14,4	145,8	39,6	106,2	3,68	2,75
	N ₉₀ P ₉₀	15,7	159,0	42,0	117,0	3,78	2,68
	N ₁₂₀ P ₁₂₀	16,1	163,0	44,9	118,1	3,63	2,79
ДКС 4795	Без добрив	11,7	118,5	34,0	84,5	3,48	2,91
	N ₃₀ P ₃₀	13,4	135,7	36,9	98,8	3,68	2,75
	N ₆₀ P ₆₀	14,5	146,8	39,8	107,0	3,69	2,74
	N ₉₀ P ₉₀	16,5	167,1	42,2	124,9	3,96	2,56
	N ₁₂₀ P ₁₂₀	16,4	166,1	45,1	121,0	3,68	2,75

Витрати енергії збільшувалися пропорційно зростанню доз мінеральних добрив, що пов'язано як з наявністю енергії в добривах, так її витратами на їх внесення і збирання додаткового врожаю зерна кукурудзи. Так, у гібрида ДКС 3730 внесення добрив обумовило збільшення цього показника на: 8,6-33,0%; ДКС 4964 – на 8,6-32,8; ДКС 4795 – 7,5-30,1%, відповідно.

Приріст енергії перевищив 100 ГДж/га у гібрида ДКС 3730 за внесення добрив у дозах N₉₀P₉₀- N₁₂₀P₁₂₀, а у гібридів ДКС 4964 і ДКС 4795 – N₆₀P₆₀- N₁₂₀P₁₂₀. Максимальний енергетичний приріст (124,9 ГДж/га) визначений при вирощуванні ДКС 4795 за внесення добрив у дозі N₉₀P₉₀, що в 1,6 рази вище за мінімальний рівень цього показника, який визначений для неудоєреного варіанту за вирощування гібриду ДКС 3730.

В середньому по досліджуваним факторам найбільші відмінності у динаміці показників коефіцієнту енергетичної ефективності (3,8) та

енергоємності продукції (2,6 ГДж/т) проявилися по фактору В (густота стояння рослин) за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га (рис. 5.5).

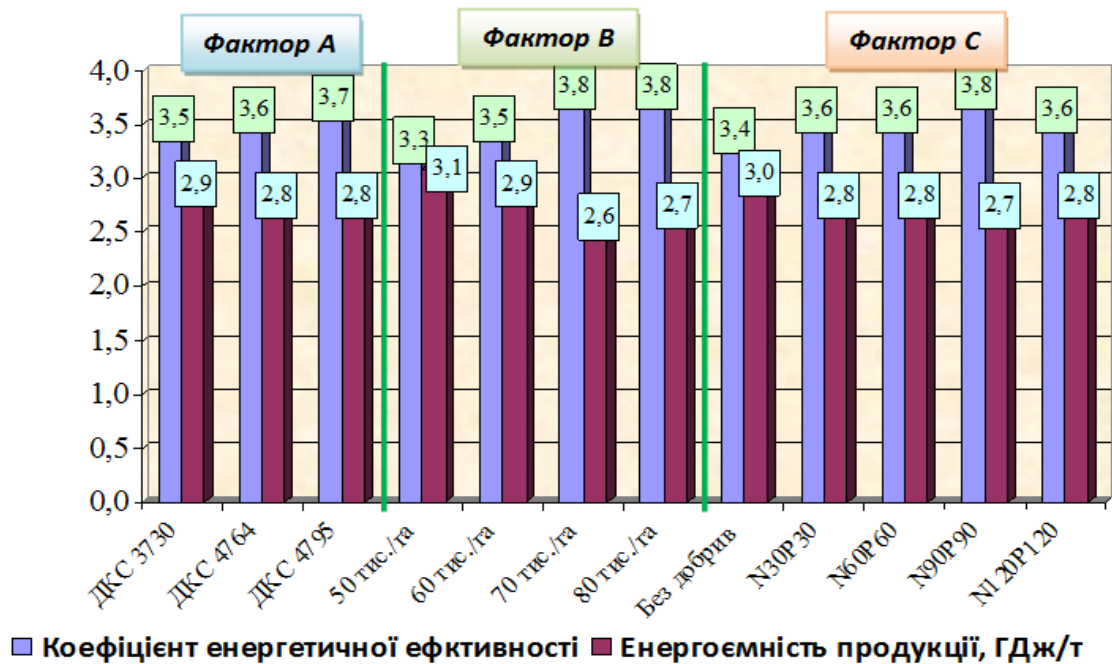


Рис. 5.5 Середньфакторіальні коефіцієнт енергетичної ефективності та енергоємність продукції (середнє за 2016-2018 рр.) за факторами:

фактор А – гібриди різних груп стиглості;

фактор В – густота стояння рослин;

фактор С – фон мінерального живлення

В цілому по досліді середньфакторіальний коефіцієнт енергетичної ефективності коливався у межах 3,25-3,82 причому найбільшим у всіх досліджуваних гібридів він виявився за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$, що можна пояснити найоптимальнішою енергетичною окупністю добрив одиницею приросту врожаю.

Найвища енергоємність продукції – 2,91-3,11 ГДж/т, визначена у контрольних варіантах без внесення азотних і фосфорних добрив, а при їх застосуванні цей показник зменшився у середньому на 6,1-6,3%. Найефективнішим з енергетичної точки зору виявився варіант з внесенням $N_{90}P_{90}$ при вирощуванні гібриду ДКС 4795 з мінімальним показником енергоємності 1 т зерна кукурудзи 2,56 ГДж.

Висновки до розділу 5

1. Економічними розрахунками встановлено, що питома вага виробничих витрат при вирощуванні зерна гібридів кукурудзи на зрошуваних землях коливалася у значному діапазоні. Найбільшою була питома вага мінеральних добрив – 32,4% та паливно-мастильних матеріалів – 27,2%. Також вагома питома вага належала зрошенню та меліоративним витратам (12,3%), оплаті праці (9,1%), утриманню основних засобів (4,5%), засобам захисту рослин (4,2%), а інші витрати були неістотними. Отже, виявлена питома вага при моделюванні технології вирощування кукурудзи на зерно на поливних землях дозволяє передбачити, що максимальними витрати фінансових ресурсів будуть на добрива, паливно-мастильні матеріали та зрошення.

2. Визначено, що найвищою вартість валової продукції у межах 72,4-72,9 тис. грн./га була у варіантах з густотою стояння 70 тис. шт./га за вирощування гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795. Найменшими значення собівартості продукції у межах 1,93-1,98 тис. грн/т визначено у гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та на гібриді ДКС 4795 – за густоти 70 тис. шт./га. Умовний чистий прибуток перевищив 40 тис. грн/га у варіантах вирощування гібридів: ДКС 3730 – за густоти 80 тис. шт./га; ДКС 4964 – за 70 тис. шт./га; ДКС 4795 – за 70-80 тис. шт./га. Максимального рівня виробничої рентабельності – 143,5% досягнуто у варіанті вирощування гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га.

3. Найменшими виробничі витрати визначено у контрольних варіантах (без добрив), особливо за вирощування гібриду ДКС 3730. З точки зору раціонального використання мінеральних добрив найкращий результат забезпечило їх застосування у дозі $N_{90}P_{90}$. При цьому собівартість зерна зменшилася до 1,97 тис. грн/т на гібриді ДКС 3730, та відповідно до 1,93 тис. грн/т – у гібриду ДКС 4795. Максимальний умовний чистий прибуток на рівні 45,7 тис. грн/га отримано у варіанті вирощування гібрида ДКС 4795 за

внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$. Найвища рентабельність – 143,1% була у варіанті з гібридом ДКС 4795 за внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$.

4. Енергетичним аналізом доведено, що при вирощуванні досліджуваних гібридів кукурудзи найвищий рівень витрат припадає на паливно-мастильні матеріали (29,4%). Значна частка впливу в загальному енергетичному балансі витрат належить: машинам і обладнанню – 27,2%; добрива – 19,4%. Найменші витрати енергії в розробленій технології вирощування досліджуваної культури припадали на зрошення 8,2%; жива праця – 7,5; пестициди – 5,1; насіння – 3,2%, відповідно. Найменшими витрати енергії за вирощування всіх гібридів кукурудзи визначені у неудобрених варіантах за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га, де показники становили 32,8–33,2 ГДж/га.

5. Максимальна кількість енергії з урожаєм (178,2 ГДж/га) зафіксована при вирощуванні на дослідних ділянках гібриду ДКС 4795 за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$. Слід зазначити, що найвищий приріст енергії залежно від факторів – 135,7 ГДж/га був у гібриду ДКС 4795 за використання густоти стояння 70 тис. шт./га та фону удобрення $N_{90}P_{90}$. Величина енергетичного коефіцієнту була найбільшою у варіантах із внесенням мінеральних добрив, у варіантах контролю спостерігали тенденцію до зменшення даного показника. Максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності – 4,19 визначено на посівах гібриду ДКС 4795 за використання густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та фону удобрення $N_{90}P_{90}$. При порівнянні енергетичних показників можна констатувати, що у даному варіанті енергоємність 1 т вирощеної продукції була мінімальною та становила 2,41 ГДж/га.

ВИСНОВКИ

Результати польових і лабораторних досліджень, які були спрямовані на оптимізацію елементів технології вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості на зрошуваних землях, зокрема встановлення впливу густоти стояння рослин та фону мінерального живлення, дозволили виявити особливості та закономірності формування продуктивності культури, здійснити економічний і енергетичний аналіз та на їх основі зробити такі висновки:

1. Визначено, що календарні дати та тривалість міжфазних періодів істотно змінювалася під впливом особливостей погодних умов у період вегетації. У гібриду ДКС 3730 за густоти стояння 50 тис. шт./га даний показник дорівнював, у середньому по цьому фактору, 217 см, а на інших густотах (60-80 тис. шт./га) збільшився на 2,7-6,2%. Внесення азотно-фосфорних добрив істотно (на 4,1-13,9%) збільшувало висоту рослин. Добовий приріст висоти залежав від гібридного складу.

2. Встановлено, що максимальну кількість сирової надземної маси на рівні 85 т/га накопичує гібрид ДКС 4795. Максимальні значення показника, як за роками проведення досліджень, так і у середньому за три роки, отримали за формування густоти стояння рослин на рівні 80 тис. шт./га, вони склали 73, 83, 107 та 88 т/га, відповідно. Найбільше сухої речовини у межах 23-48 т/га визначено у сприятливому за погодними умовами 2018 році. Виявлено тенденцію зростання виходу сухої речовини за мірою збільшення густоти стояння рослин з 50 до 80 тис. шт./га та покращення фону мінерального живлення.

3. Максимальну площу листової поверхні формували рослини гібрида ДКС 4795 – 45,3 тис. м²/га за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та фону удобрення N₁₂₀P₁₂₀. Для всіх досліджуваних гібридів даний показник був максимальним за густоти стояння 80 тис. шт./га по фону внесення добрив у дозі N₁₂₀P₁₂₀. Найбільшою чистою продуктивністю фотосинтезу визначена у

гібриду ДКС 4795 за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та внесення добрив $N_{120}P_{120}$. Найвищим фотосинтетичний потенціал визначено у гібрида ДКС 3730 – 3,15 млн $m^2 \times \text{днів/га}$; ДКС 4964 – 2,96; ДКС 4795 – 3,05 млн $m^2 \times \text{днів/га}$.

4. Встановлено, що найбільшим водоспоживання (4683 $m^3/\text{га}$) визначено у гібрида ДКС 4795, а у гібридів ДКС 4964 та ДКС 3730 даний показник зменшився на 2,3-12,0%. Мінімальним коефіцієнт водоспоживання (239 $m^3/\text{т}$) визначено у гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та дози мінеральних добрив $N_{120}P_{120}$. Коефіцієнти водоспоживання гібридів кукурудзи зростають за зменшення доз внесення мінеральних добрив.

5. Збиральна вологість зерна була найнижчою у гібриду ДКС 3730 з несуттєвим (на 1,3-3,9 відсоткових пунктів) зростанням її у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795. Внесення азотних і фосфорних добрив підвищило рівень збиральної вологості зерна порівняно з контролем на 0,9-3,4 відсоткових пунктів. Максимальний вихід зерна з качанів кукурудзи забезпечує вирощування гібридів ДКС 4795 та ДКС 4964 за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га – відповідно 84,7 і 83,4%. Найбільша маса 1000 зерен визначена у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795, найменшим даний показник сформувався за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га – в діапазоні 296-319 г. Найбільшою довжина качана на рівні 28,2 см визначена за внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти стояння 50 тис. шт./га за вирощування гібриду ДКС 4795.

6. У середньому за роки досліджень максимальний рівень урожайності зерна – 14,5 т/га отримали за вирощування гібриду ДКС 4795. Найвищу продуктивність цей гібрид формує за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га, так як і гібрид ДКС 4964, а гібрид ДКС 3730 сформував вищу урожайність за густоти 80 тис. шт./га. Внесення мінеральних добрив забезпечило приріст урожайності зерна, у середньому на 1,8–4,7 т/га, порівняно з контролем. Максимальну середню врожайність зерна кукурудзи – 16,0 т/га отримали за внесення добрив у дозі $N_{120}P_{120}$. За результатами дисперсійного аналізу

визначено, що на формування зернової продуктивності гібридів максимально впливав фактор С (удобрення), частка впливу якого склала 56%. Дія факторів А та В була значно меншою, відповідно – 5 та 22 %. Моделюванням доведено, що у гібриду ДКС 3730 густина стояння слабо впливає на величину потенційної продуктивності, а у гібридів ДКС 4964 та ДКС 4795 проявилася суттєва позитивна реакція на збільшення фону азотного і фосфорного живлення, а також слабка негативна – на зростання ступеню густоти стояння рослин до 100 тис. шт./га.

7. Встановлено, що основні показники якості зерна кукурудзи різною мірою змінювались під впливом досліджуваних факторів. За вмістом білка у зерні переважав гібрид ДКС 4795 – в зерні якого в середньому містилося 8,9% білка, що на 1,1-4,5% більше, порівняно з іншими гібридами. Збільшення дози удобрення сприяло формуванню більшої кількості білка в зерні кукурудзи. За вмістом крохмалю у зерні переважав гібрид ДКС 3730 – 71,6%, тоді як у інших гібридах його містилося у межах 69,7–70,9%. Із досліджуваних гібридів за вмістом жиру відмінностей майже не було виявлено, його вміст склав 4,6-4,8%. Збільшення густоти стояння рослин та фону живлення призводило до зменшення вмісту жиру в зерні за всіма варіантами дослідіду.

8. Визначено, що із досліджуваних гібридів у зерні гібрида ДКС 4795 найбільше містилося білка – 8,9%. Максимальний вміст крохмалю – 71,6%, визначено у гібрида ДКС 3730. Найбільше жиру – 4,8% містилося в зерні гібридів ДКС 3730 та ДКС 4964. Аналіз отриманих даних свідчить, що гібридний склад, густина стояння рослин та удобрення позитивно вплинули на показники якості зерна кукурудзи.

9. Визначено, що розроблені елементи технології вирощування зерна кукурудзи істотно впливають на економічні показники. Так, найнижчим рівень собівартості (1,93-1,98 тис. грн/т) визначено у гібрида ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га та гібрида ДКС 4795 – за густоти 70 тис. шт./га. Умовний чистий прибуток перевищив 40 тис. грн/га у варіантах з

гібридами: ДКС 3730 – за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га; ДКС 4964 – за густоти 70 тис. шт./га; ДКС 4795 – за густоти 70-80 тис. шт./га. Максимального рівня виробничої рентабельності – 143,5% досягнуто за вирощування гібриду ДКС 3730 за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га. Встановлено тенденцію підвищення вартості валової продукції та відповідно виробничих витрат пропорційно з підвищенням доз азотних і фосфорних добрив. Найвищий умовний чистий прибуток на рівні 45,7 тис. грн/га отримано у варіанті з гібридом ДКС 4795 за внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$.

10. Встановлено, що при вирощуванні гібридів кукурудзи найвищий рівень витрат – 29,4% припадає на паливно-мастильні матеріали, машини й обладнання (27,2%) та мінеральні добрива (19,4%). Найменші витрати енергії за вирощування всіх гібридів кукурудзи визначено у неудобрених варіантах за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га, де показники становили 32,8–33,2 ГДж/га. Величина енергетичного коефіцієнту була найбільшою у варіантах із внесенням мінеральних добрив. Максимальним коефіцієнт енергетичної ефективності визначено на посівах гібриду ДКС 4795 за формування густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах недостатнього зволоження Південного Степу України для отримання врожайності високоякісного зерна кукурудзи понад 17 т/га за вирощування її на зрошенні рекомендуємо коригувати для кожного гібриду елементи агротехніки з урахуванням їх реакції на штучне зволоження, густоту стояння рослин та фон мінерального живлення. Для одержання максимальної врожайності зерна необхідно висівати гібриди: ДКС 3730 – за густоти стояння рослин 80 тис. шт./га; ДКС 4964 – 70 тис. шт./га; ДКС 4795 – 70-80 тис. шт./га. Впровадження розроблених елементів технології вирощування гібриду ДКС 4795 – за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га та внесення добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ забезпечує одержання максимального умовно чистого прибутку на рівні 46 тис. грн/га, рівня рентабельності 143% за низької собівартості продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроклиматический справочник по Херсонской области. Ленинград: Гидрометеиздат, 1958. С. 15-30.
2. Алиев Д. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах, минеральное питание и продуктивность растений. Баку: ЭЛМ, 1974. 335 с.
3. Алпатьев А. М. Водопотребление культурных растений и климат. Москва: Колос, 1965. 182 с.
4. Альохін В. І. Продуктивність ранньостиглого гібрида кукурудзи Славутич 162 СВ та його батьківських форм залежно від строків сівби та густоти стояння рослин в умовах північної зони Степу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Дніпропетровськ, 1999. 16 с.
5. Анализ мирового рынка кукурузы используемой для производства биоэтанола. URL: <http://bioenergy.com.ua>. (дата звернення: 12.03.2018 р.).
6. Андрієнко А. Л. Фотосинтетична діяльність та продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2003. Вип. № 20. С. 36–38.
7. Андрієнко І. О. Продуктивність кукурудзи залежно від умов зволоження та способів основного обробітку ґрунту за вирощування в умовах півдня України. *Інноваційні технології та препарати в системі органічного землеробства Степу*: матеріали наук.-практ. конф. (м. Херсон, 15 червня 2018 р.). Херсон. 2018. С. 50–52.
8. Архипенко О. М., Артющенко А. О., Кухарчук О. І. Агротехнічні заходи підвищення продуктивності та пожнивності кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2005. Вип. № 6. С. 15–18.
9. Базалій В. В., Зінченко О. І., Лавриненко Ю. О., Салатенко В. Н., Коковіхін С. В., Домарацький Є. О. Рослинництво / за ред. В. В. Базалія, О. І. Зінченка, Ю. О. Лавриненка. Херсон: Грінь, 2015. 461 с.
10. Балюра В. И. Площадь листьев и густота стояния растений *Кукуруза*. 1980. № 5. С. 33–37.

11. Барчукова А., Коваленко О. Кукурудза без стресів *Пропозиція*. 2013. № 5 (215). С. 74–75.
12. Безуглий М. Д., Присяжнюк М. В. Сучасний стан реформування аграрно-промислового комплексу України. Київ: Аграрна наука, 2012. 48 с.
13. Белов Я. В. Напрями оптимізації технологій вирощування кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2018. Вип. 4. С. 74–81.
14. Бойко В.І. Економіка виробництва зерна. Київ: ННЦ Інститут аграрної економіки, 2008. 547 с.
15. Бородычев В. В., Брижак В. В. Орошение и удобрение сахарной кукурузы. *Плодородие*. 2007. №4. С. 42–43.
16. Вавилов П. П., Гриценко В. В., Кузнецов М. А. Растениеводство. Москва: Колос, 1981. 432 с.
17. Веселкин В.А. Вопросы поливного режима и агротехники возделывания кукурузы на орошаемых землях юга Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новочеркасск: Зоря, 1971. 22 с.
18. Вильдфлуш И. Р., Цыганова А. А., Куруленко В. М. Эффективность комплексного применения удобрений и регуляторов роста при возделывании кукурузы: материалы научно-практич. конф. Брянск. 2004. С. 42–43.
19. Влащук А. М., Дробіт О. С. Динаміка висоти рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Центральне. 2018. С. 15.
20. Влащук А. М., Кляуз М. А., Колпакова О. С. Формування урожайності нових гібридів кукурудзи в умовах зміни клімату. Підвищення ефективності функціонування сільського господарства в умовах зміни клімату: наук.-практ. інтернет-конф. Херсон, 2016. С. 31–33.
21. Влащук А. М., Колпакова О. С. Вдосконалення елементів технології вирощування нових гібридів кукурудзи в умовах зрошення. *Актуальні питання вирощування сільськогосподарських культур у південному регіоні*

України: матеріали наук.-практ. конф. Херсон. 2014. С. 25–26.

22. Влащук А. Н., Прищепо Н. Н., Колпакова А. С. Влияние приёмов агротехники на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. Горки, 2017. Вип. № 4. С. 105–108.

23. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Агроекономічна оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 71. С. 154–157.

24. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Водоспоживання гібридів кукурудзи залежно від елементів технології в зрошуваних умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2019. Вип. 108. С. 72–75.

25. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Вплив густоти стояння рослин та фону живлення на водоспоживання та продуктивність гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 72. С. 52–59.

26. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Удосконалення технології вирощування гібридів в умовах зрошення півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2019. Вип. 2. С. 41–47.

27. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Вплив густоти стояння рослин та фону живлення на водоспоживання та продуктивність гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 72. С. 52–59.

28. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Динаміка накопичення надземної біомаси гібридами кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення за вирощування в умовах зрошення. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2019. Вип. 109. С. 72-79.

29. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Продуктивність та якість гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення за вирощування на зрошуваних землях. *Наукові доповіді НУБіП*. Київ, 2019. Вип. 3. С. 89-95

30. Вожегова Р. А., Димов О. М., Грановська Л. М. Нормативи витрат матеріально-технічних ресурсів при вирощуванні основних сільськогосподарських культур: науково-методичне видання. Херсон: Грінь, 2014. 64 с.

31. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. Херсон: Грінь, 2015. 104 с.

32. Вожегова Р. А., Сташук В. А. Системи землеробства на зрошуваних землях України. Київ: Аграрна наука, 2014. 360 с.

33. Володарский Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы. Москва: Агропромиздат, 1986. 190 с.

34. Гаврилюк В. М. Кукурудза у вашому господарстві. Київ: Світ, 2001. 234 с.

35. Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т. Аграрний потенціал України. Київ: Аграрна наука, 2016. 332 с.

36. Гамаюнова В. В., Филиппьев И. Д. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения. *Вісник аграрної науки*. 1997. Вип. № 5. С. 15–20.

37. Гимбатов А. Ш. Научное обоснование оптимизации условий получения запланированных урожаев кукурузы на мелиорированных землях Западного Прикаспия: автореф. дис... д-ра с.-х. наук. Нальчик, 2003. 53 с.

38. Гоголев И. Н., Баер В. А. Орошаемые черноземы и темно-каштановые почвы юга Украины и управление их водно-солевым режимом и плодородием. Проблемы почвоведения. Москва: Наука, 1985. С. 51–62.

39. Гож О. А., Лавриненко Ю. О., Глушко Т. В. Херсонські гібриди кукурудзи для зрошуваного землеробства. *Наукові засади ефективного ведення степового землеробства в умовах змін клімату*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., (28 трав. 2015 р.). Херсон. 2015. С. 127–132.

40. Гойса Н. И., Олейник Р. Н., Рогаченко А. Д.

Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы. Ленинград: Гидрометеоздат, 1983. С. 134–162.

41. ГОСТ 2620591 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. С. 7-12.

42. Григор'єва О. М., Григор'єва Т. М. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин і технологічних моделей в умовах північного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського ДАУ*. Умань. 2006. Вип. № 63. С. 31–35.

43. Гринь Ю.І. Удосконалення зрошувальних систем на основі ресурсозберігаючих технологій та засобів зрошення: автореф. дис. ... д-ра тех. наук. Київ, 2000. 38 с.

44. Грушка Я. Монографія о кукурузе. Москва: Колос, 1965. С. 183–233.

45. Гудзь Ю. В., Лавриненко Ю. А. Семеноводство кукурузы на орошаемых землях. Херсон: Наддніпрянська правда, 1995. 96 с.

46. Деряга Є. В. Технологічні заходи оптимізації вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості в східному Степу: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Дніпропетровськ, 2003. 16 с.

47. Дзюбецький Б. В., Дуда А. Н., Черчель В. Ю. Селекція подвійних міжлінійних гібридів на базі ліній, що відрізняються за скоростиглістю і генетичному походженню. *Бюлетень Інституту кукурудзи*. Дніпропетровськ, 1999. № 10. С. 59–62.

48. Дзюбецький Б. В., Рибка В. С., Черчель В. Ю. Скоростиглі гібриди як фактор енерго і ресурсозбереження у виробництві зерна кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. № 53. С. 27–35.

49. Димов О.М. Система удобрення кукурудзи, яка забезпечує одержання біологічно повноцінного врожаю в умовах зрошення півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Харків, 1995. 18 с.

50. Домашнев П. П., Дзюбецький Б. В., Костюченко В. И. Селекция кукурузы. Москва: Агропромиздат, 1992. 11 с.

51. Дублянская Е. А., Радчиц А. Т. Ботаника. Москва: Медгиз, 1956. 201 с.
52. Душкин А. Н. Особенности сортовой агротехники гибрида Докучаевский. *Кукуруза*. 1981. № 1. С. 25.
53. Єрмакова Л. М., Івановська Р. Т., Дем'янчук О. П. Урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від строку сівби. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ. 2005. Вип. 12. С. 87–92.
54. Єщенко В., Копитко П., Опришко В., Костогриз П. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.
55. Жуйков Г. Є. Економічні засади ведення землеробства на зрошуваних землях. Херсон. 2003. 288 с.
56. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство. Кишинев: Штиинца, 1990. 432 с.
57. Запорожець Ж. М., Савченко С. П. Вплив густоти рослин на врожайність імбредних ліній та гібридів кукурудзи: матеріали всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. 160-й річниці Уманського ДАУ. Умань. 2004. С. 35–37.
58. Запорожченко А. Л. Кукуруза на орошаемых землях. Москва: Колос, 1978. 217 с.
59. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: підручник / за ред. О. І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. С. 249–265.
60. Иванова З. А., Нагудова Ф. Х. Влияние густоты посева на фотосинтетическую деятельность растений гибридов кукурузы разных групп спелости. *Успехи современного естествознания*. 2016. № 8. С. 78–83. URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36082> (дата звернення: 21.06.2018 р.).
61. Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно гарантія стабілізації урожайності на рівні 90-100 ц/га (практичні рекомендації). Державна установа Інститут сільського господарства степової зони

Дніпропетровськ, 2012. 89 с.

62. Історія цін: перевантажувальний термінал для перевалки зернових та олійних культур (м. Миколаїв). URL: <http://nibulon.com.datazakupivlya.silgospprodukciiistoriyacin.html?culture=11> (дата звернення 10.11.2018 р.).

63. Каленич В. И. Особенности агротехники родительских форм районированных гибридов кукурузы при выращивании в благоприятных и засушливых условиях. *Генетика, селекция и технология возделывания кукурузы*. Юбилейный выпуск, посвященный 100-летию со дня рождения академика М. И. Хаджинова. Краснодар: Адыгея, 1999. С. 334–340.

64. Каленська С. М., Шевчук О. Я., Дмитрошак М. Я. Рослинництво. Київ: НАУУ, 2005. 502 с.

65. Квітка Г. Кукурудза «за» євроінтеграцію. *Пропозиція*. 2013. № 12 (222). С. 38–40.

66. Керэфов К. Н, Керэфова М. К., Унежев Х. М. Повышение продуктивности кукурузы в связи с разработкой сортовой агротехники *Повышение урожайности зерновых и зернобобовых культур: сборник научных трудов*. Ставрополь: Ставропольская правда, 1985. С. 77–81.

67. Кивер В. Ф. Энергосберегающая технология возделывания кукурузы на орошаемых землях. Київ: Урожай, 1988. 115 с.

68. Кидин В. В. Основы питания и удобрения сельскохозяйственных культур. Москва: РГАУМСХА им. К. А. Тимирязева, 2009. С. 258–271.

69. Кириченко В. Е., Орешкин М. В., Болотских М. В. Биоэнергетический анализ: методические рекомендации. Луганск: ЛНАУ, 2004. 51 с.

70. Ківер В. Х., Оноприєнко Д. М. Ефективність водозберігаючих режимів зрошення кукурудзи при інтенсивній технології вирощування. Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України: збірник наукових статей / за ред. Є.М. Лебідя, І.А. Пабата. Дніпропетровськ: Пороги, 1995. С. 66–70.

71. Князюк О. В. Вплив агроекологічних факторів і технологічних прийомів на ріст, розвиток і формування продуктивності кукурудзи. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. Біла Церква, 2004. Вип. № 30. С. 59–65.

72. Ковалев В. М. Теоретические основы оптимизации формирования урожая. Москва: МСХА, 1997. 247 с.

73. Коваленко Г. О. Удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно в південно-західному Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 2003. 20 с.

74. Коваленко О., Ковбель А. Елементи живлення та стреси польових культур. *Пропозиція*. 2013. № 5 (215). С.78–79.

75. Коковіхін С. В. Вплив густоти посіву на водоспоживання кукурудзи в умовах Південного Степу. *Вісник аграрної науки*. Херсон. 1999. № 9. С. 78–79.

76. Коковіхін С. В., Михаленко І. В., Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В. Використання результатів статистичної обробки експериментальних даних в прогнозуванні економічної ефективності виробництва кукурудзи при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 48. С. 282–291.

77. Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Присяжний Ю. І., Пілярська О. О. Вплив умов вологозабезпеченості, фону мінерального живлення та густоти стояння рослин на урожайність ділянок гібридизації кукурудзи в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2011. Вип. № 56. С. 20–25.

78. Коломыца В. А. Изучение питательного режима почвы при возделывании кукурузы на зерно комбинированным способом орошения Мелиорация и орошаемое земледелие. 1998. № 5. С. 45–49.

79. Колпакова О. С. Продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від агротехнічних заходів в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2014. Вип. № 62. С. 68–71.

80. Колпакова О. С., Кляуз М. А. Зрошення як фактор підвищення продуктивності нових гібридів кукурудзи. *Актуальні питання ведення*

землеробства в умовах змін клімату: матеріали міжнарод. наук.-практ. конф. Херсон. 2015. С. 77–79.

81. Конащук О. П., Кляуз М. А., Колпакова О. С. Особливості технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2013. № 59. С. 91–94.

82. Коренев Г. В., Подгорный П. И., Щербак С. Н. Растениеводство с основами селекции и семеноводства под ред. Г. В. Коренева. Москва: Агропромиздат, 1990. С. 49–55.

83. Кореньков Д. А. Азотные удобрения. Москва: Россельхозиздат, 1965. 10 с.

84. Краткий агроклиматический справочник Украины: учеб. пособ. / под ред. К. Т. Логинова. Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. 256 с.

85. Крячко Ф. Г., Дыга П. П. Семеноводство гибридной кукурузы. - Москва: Колос, 1978. 140 с.

86. Кузнецова Н. В. Экономия поливной воды при оптимизации водного и пищевого режимов почвы на посевах силосной кукурузы. *Проблемы водосберегающего орошения и мелиорация почв: сборник научных трудов ВНИИОЗ*. Волгоград. 1994. С. 65–73.

87. Кушенов Б. М. Продуктивность фотосинтеза и урожай кукурузы. *Кукуруза и сорго*. 1998. № 4. С. 3–5.

88. Лавриненко Ю. А., Бондаренко В. В., Зинченко В. А., Польской В. Я. Селекция и семеноводство кукурузы на орошаемых землях. Херсон: Айлант, 2000. 114 с.

89. Лавриненко Ю. А., Нетреба А. А., Польской В. Я. Стан, напрями та перспективи розвитку селекції кукурудзи в зрошуваних умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2010. № 54. С. 15–27.

90. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Найдьонов В. Г. Біоенергетична оцінка технології вирощування кукурудзи на зерно залежно від гібридного складу та режиму зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2008. Вип. 56. С. 11–20.

91. Лавриненко Ю. О., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України. Херсон: Айлант, 2011. 468 с.

92. Лавриненко Ю. О., Гож О. А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180430 за впливу регуляторів росту і мікродобрих в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. № 65. С. 64–68.

93. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Найдьонов В. Г. Селекційно-технологічні аспекти підвищення стійкості виробництва кукурудзи в умовах Південного Степу. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2006. № 28. С. 136–143.

94. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Найдьонов В. Г., Михайленко І. В. Наукові основи насінництва кукурудзи на зрошуваних землях півдня України. Херсон: Айлант, 2007. 256 с.

95. Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю., Глушко Т. В. Досягнення та перспективи селекції кукурудзи для умов зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2014. Вип. № 3. С. 72–76.

96. Лавриненко Ю. О., Рубан Б. В. Головні напрями оптимізації технологій вирощування гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Комплексні меліорації земель як складова раціонального природокористування*: матеріали всеукр. наук.-практ. конференції молодих вчених. Херсон: Колос, 2013. 142–145.

97. Лавриненко Ю. О., Рубан В. Б., Михаленко І. В. Продуктивність і збиральна вологість зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2013. Вип. 83. С. 73–78.

98. Лебідь Л. Повернення королеви полів. *Аграрний тиждень*. 2013. №14. С. 22.

99. Лисогоров К. С., Писаренко В. А. Наукові основи використання зрошуваних земель у степовому регіоні на засадах інтегрального управління природними і технологічними процесами. *Таврійський науковий вісник*. 2007.

№ 49. С. 49–52.

100. Лисогоров К. С., Писаренко В. А. Наукові основи використання зрошуваних земель у степовому регіоні на засадах інтегрального управління природними і технологічними процесами. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 49. С 49–52.

101. Лихочвор В. В. Рослинництво: Технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ: ЦНЛ, 2004. 798 с.

102. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: Українські технології, 2006. С. 271–326.

103. Логач М. І., Філіппов Г. Л. Довідник кукурудзозвода / за ред. Цигова В.С. Київ: Урожай, 1986. 232с.

104. Лымарь А. О. Справочник по орошаемому земледелию Степи Украины. Одесса: Маяк, 1983. 206 с.

105. Лященко О. І. Удосконалення способів сівби на ділянках гібридизації кукурудзи. Бюлетень *Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ, 1997. № 1 (3). С. 53–54.

106. Майер А. В., Брижак В. В. Эффективность капельного орошения при возделывании сахарной кукурузы. Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. Рязань: Мещерский филиал ВНИИГиМ, 2006. Вып. 2. С.166–168.

107. Марченко Т. Ю., Гож О. А. Проблеми і перспективи селекції скоростиглих гібридів кукурудзи в зрошуваних умовах півдня України. *Наукові здобутки молоді вирішенню проблем АПК*: матеріали всеукраїн. наук.-практ. конф. Житомир, 2013. С. 50–53.

108. Марченко Т., Писаренко П., Глушко Т. Кукурудза на зрошуванні. Способи й окупність поливу. *Агрономія сьогодні*. 2017. Довідкове видання. С. 71–73.

109. Маслак О. Зернові перспективи України. *Пропозиція*. 2009. № 2. URL: <http://www.propozitsiya.com?page=149&itemid=2873&number=94>. (дата

звернення: 19.11.2017 р.)

110. Маслак О. Тенденції світового та внутрішнього ринків кукурудзи. *Пропозиція*. 2016. № 12. С. 4–8.

111. Медведев В. В. Сохранение и повышение плодородия почв Украинской ССР. *Химия в сельском хозяйстве*. 1987. №4. С. 15.

112. Мельник С. І. Сучасний стан та перспективи зростання продуктивності сортів та гібридів сільськогосподарських рослин в Україні. *Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Сімферополь, 2009. Вип. № 127. С. 6–10.

113. Миронова Л. М., Желтова А. Г. Стан та перспективи використання зрошуваних земель Херсонщини. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2003. № 3 (23). Т. 1. С. 113–117.

114. Михайленко І. В. Економіко-технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна і насіння кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 78. С. 32–35.

115. Михайлов Ю. О. Наукові засади і технологія водозберігаючого превентативного управління водокористуванням на зрошувальних системах: автореф. дис... док. тех. наук. Київ: РДТУ, 2001. 31 с.

116. Михаленко І. В., Найдьонов В. Г., Нижегородко В. М. Фотосинтетичні показники гібридів кукурудзи залежно від груп стиглості та строків сівби. *Зрошуване землеробство*. 2013. № 59. С. 39–47.

117. Михеева О. В. Совершенствование нормирования водосберегающих режимов орошения озимой пшеницы в условиях Саратовского Заволжья: автореф. дис... канд. техн. наук. Саратов, 2005. 21 с.

118. Моргун В. В., Хроменко О. С., Присяжнюк І. В., Ларченко К. А., Гаврилук В. М., Хроменко В. О. Селекція ранньостиглих гібридів кукурудзи для зони з коротким безморозним періодом. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 590–602.

119. Надь Я., Корзун Д. Ю. Кукурудза. Вінниця: ФОП, 2012. 580 с.

120. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / за ред. М. В. Зубця. Київ: Аграрна наука, 2004. 844 с.
121. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України Київ: Аграрна наука, 2009. 624 с.
122. Ничипорович А. А. Основы фотосинтетической продуктивности растений. Современные проблемы фотосинтеза. Москва: МГУ, 1973. С. 5–28.
123. Ничипорович А. А. Фотосинтез и урожай. Москва: Знание, 1966. 48 с.
124. Оканенко А. С., Починок Х. Н., Голик К. Н., Смелянская Е. П. Фотосинтез и продуктивность в связи с водным режимом растений. Фотосинтез, рост и устойчивость растений. Київ: Наук. думка, 1971. С. 5–28.
125. Орошение и осушение в странах мира. Москва: Колос, 1974. 527 с.
126. Остапов В. И., Дударь Н. К. Кукуруза на орошаемых землях. Київ: Урожай, 1979. 104 с.
127. Пащенко Ю. М. Агрокліматичний потенціал зони Степу, добір гібридів і оптимізація їх структури за групами стиглості. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2007. № 30. С. 44–51.
128. Пащенко Ю. М. Сортові особливості вирощування насіння гібридів кукурудзи Дніпровський 203 МВ і Дніпровський 284 МВ. Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України: збірник наукових статей під заг. ред. Є.М. Лебідя та І. А. Пабата. Дніпропетровськ: Пороги, 1995. С. 51.
129. Пащенко Ю. М., Андрієнко А. Л. Густота стояння рослин гібридів кукурудзи в умовах північного Степу України. *Бюлетень ІЗГ*. 2003. №21. С. 20–24.
130. Перегудов С.А. Биоконкомплекс переработки и утилизации отходов. Инструкция по технологии применения системы утилизации стоков животноводческих комплексов с помощью мягких шлангов. Москва:

Биокомплекс, 2009. 16 с.

131. Петриченко В. Лихочвор В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб. для студентів аграрних закладів освіти ІV рівнів акредитації. Львів, 2014. С. 182-194.

132. Писаренко В. А. Зрошення: здобутки, стан, проблеми. *Пропозиція*. 2003. № 7. С. 18–20.

133. Писаренко В. А., Головацький О. І., Писаренко П. В. Витрати поливної води і врожайність культур залежно від технологій зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2005. № 41. С. 107–112.

134. Писаренко В. А., Коковіхін С. В., Мішукова Л. С. Методичні вказівки по застосуванню розрахункового методу визначення строків поливів сільськогосподарських культур за показниками середньодобового випаровування. Херсон: Колос, 2005. 16 с.

135. Писаренко В. А., Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Писаренко П. В. Особливості технології вирощування кукурудзи при зрошенні. *Деловой агрокомпас*. 2006. № 5 (115). С. 17–27.

136. Писаренко В.А., Гамаюнова В.В., Філіп'єв І.Д.Рекомендації по вирощуванню сільськогосподарських культур на зрошуваних землях. Херсон. 1996. 60 с.

137. Писаренко П. В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2007. № 48. С. 237–240.

138. Погодно-кліматичні умови. Дані Миколаївської ЦГМС, м. Миколаїв за 2016-2018 рр.

139. Полупан М. І. Соловей В. Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2005. 300 с.

140. Полупан Н. И., Ковалев В. Г. Темпы и прогноз развития осланцевания в орошаемых почвах юга Украины. *Почвоведение*. 1993. №5. С. 75–83.

141. Попов В. П. Агроклиматическое районирование УССР. Вопросы

агроклиматического районирования СССР: Москва: МСХ СССР, 1969. С. 90–121.

142. Програма "Зерно України 2016". URL: <http://www.uaan.gov.ua/sites/default/files/zerno.doc> (дата звернення: 22.12.2017 р.).

143. Ризниченко Г. Ю. Математические модели в биологии. Москва: ИКИ, 2003. 184 с.

144. Ромащенко М. І., Балюк С. А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. Київ: Світ, 2000. 114 с.

145. Ромащенко М. І., Шевченко О. В. Визначення ерозійно-безпечних поливних норм в умовах зрошення дощуванням сільськогосподарських культур на полях з похилами. *Меліорація і водне господарство*. 2004. Вип. 91. С. 13–21.

146. Румбах М. Ю. Оптимізація елементів технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2009. Вип. № 36. С. 128–131.

147. Сабинин Д. А. Минеральное питание растений. Москва: АН СССР, 1962. 288 с.

148. Саблук П. Т. Мазоренка Д. І., Мазнева Г. Є. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. Київ: ННЦ ІАЕ, 2005. 402 с.

149. Семенов В. М. Действие азота и удобрений на растения и почву при различных способах внесения азотных удобрений. *Агрохимия*. 1981. № 9. С. 9–18.

150. Серіков В. О. Селекція нових гібридів кукурудзи та особливості їх насінництва в Степовій зоні України. *Таврійський науковий вісник*. 2008. № 60. С. 31–37.

151. Силва Ж. Г., Нвазе К. Ф., Казин Э. Достижение нулевого голода. Критическая роль инвестиций в социальную защиту и сельское хозяйство. ФАО ООН. Рим, 2016. URL: <http://www.fao.org/3ai4951r.pdf>. (дата звернення: 10.05.2018 р.).

152. Сівозміни на зрошуваних землях: методичні рекомендації АПК України, УААН, Наукового центра "Меліорація". Київ: Аграрна наука, 1999. С. 32–33.

153. Сніговий В. С., Гусев М. Г., Коковіхін С. В. Землеробство в умовах зрошення. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Степу України та АР Крим: монографія. Київ: Альфа, 2005. Т. 1. С. 476–502.

154. Сніговий В. С., Гусев М. Г., Малярчук М. П. Методичні рекомендації по ефективному використанню зрошуваних земель в господарствах Херсонської області у 2000 році. Херсон: Айлант, 2000. 24 с.

155. Собко А. А. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. Киев: Знание. 1985. С. 8–9.

156. Собко А. А., Денисенко А. Г. Рекомендации по повышению продуктивности и устойчивости зернового хозяйства в Украинской ССР. Киев: Урожай, 1983. 36 с.

157. Спрег Дж. Ф. Мировое производство кукурузы. Кукуруза и ее улучшение; пер. с англ. Е.Н. Волотова, Н.А. Емельяновой, О.В. Лисовской, М.П. Шикеданц. Москва: Иностранная литература, 1957. 542 с.

158. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року / за ред. Ю. О. Лупенка, В. Я. Месель-Веселяка. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2012. 182 с.

159. Сытник К. М., Мксатенко Л. И., Богданова Т. Л. Физиология листа. Київ: Наук. думка, 1978. С. 139–145.

160. Тарарико В. Г. Агроэкологические основы почвозащитного земледелия. Киев: Урожай, 1990. 184 с.

161. Тарарико Ю. А. Формирование устойчивых агроэкосистем. Киев: ДИА, 2007. 560 с.

162. Тараріко Ю. О. Системи біоенергетичного аграрного виробництва. Київ: ДІА, 2009. 16 с.

163. Теплова Е. А. Агротехника, селекция и семеноводство кукурузы в

Киргизии. Фрунзе: Кыргызстан. 1981. 75 с.

164. Томашевский Д. П. Кукуруза. Киев: Урожай, 1970. 362 с.

165. Трегубенко М. Я., Филиппов Г. Г. Использование воды кукурузой при орошении в Степи Украины. *Вестник сельскохозяйственной науки*. - 1974. № 11. С. 40–44.

166. Третьяков Н. Н., Кошкин Е. И., Макрушин Н. М. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. Москва: Колос, 2000. 640 с.

167. Ушаков А. В. Использование геоинформационных технологий в сельском хозяйстве. Москва: Дата+, 2004. С. 5–15.

168. Ушкаренко В. О., Андрусенко І. І., Пилипенко Ю. В. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 38. С.168–175.

169. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліджу: навч. посіб. Херсон: Грінь, 2014. 448 с.

170. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліджу. Херсон: Грінь, 2014. 448 с.

171. Ушкаренко В. О., Лазар П. Н., Остапенко А. І., Бойко І. О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур. Херсон: Колос, 1997. 21 с.

172. Ушкаренко В. А., Скрипников А. Я. Планирование эксперимента и дисперсионный анализ данных полевого опыта. Одесса: Вища шк., 1988. 120 с.

173. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: монографія. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.

174. Федоренко Е. М., Глушко В. В. Вплив елементів структури урожаю зерна на продуктивність високолізинових гібридів. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. Дніпропетровськ. 1996. № 1. С. 39–43.

175. Филев Д. С. Выращивание высоких урожаев кукурузы в районах

недостаточного увлажнення. Днепропетровск: Промінь, 1975. 288 с.

176. Филев Д. С., Прокапало И. С. Продуктивность гибридов кукурузы различной скороспелости в связи со сроками сева и гидротермическими факторами. *Научные труды ВНИИ кукурузы*. 1972. Т. 7. С. 40–45.

177. Фильов Д. С., Циков В. С., Золотов В. И. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск, 1980. 34 с.

178. Філіп'єв І. Д., Глушко Т. В. Поживний режим темно-каштанового ґрунту під кукурудзою залежно від добрив і зрошення за вирощування після пшениці озимої на Півдні України. *Агрохімія і ґрунтознавство*. № 75. Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського». 2011. С. 144-149.

179. Філіп'єв І. Д., Димов О. М. Винос елементів живлення сільськогосподарськими культурами в умовах зрошення на формування одиниці врожаю залежно від добрив. *Зрошуване землеробство*. 2012. № 58. С. 28–30.

180. Філіп'єв І. Д., Лисогоров К. С. Продуктивність мінеральних добрив в умовах зрошення півдня України. *Вісник сільськогосподарської науки*. Київ, 1980. № 9. С. 13–16.

181. Харченко О. В. Основи програмування врожайів сільськогосподарських культур: навч. посіб. / за ред. В. О. Ушкаренка. Суми: Університетська книга, 2003. 296 с.

182. Хромяк В. М. Оптимізація гібридного складу кукурудзи в умовах східної частини Степу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Харків, 2005. 18 с.

183. Цандур М. О. Наукові основи землеробства Південного Степу України. Одеса: Папірус, 2006. 177 с.

184. Циков В. С. Кукуруза: технологія, гібриди, семена. Днепропетровск: Зоря, 2003. 296 с.

185. Циков В. С., Матюха Л. А. Интенсивная технология возделывания кукурузы. Москва: Агропромиздат, 1989. 247 с.

186. Циков В. С., Рибка В. С., Альохін В. І. Питання підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна і насіння кукурудзи в ринкових умовах. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 1999. № 8. С. 55–59.

187. Циков В. С., Ролдугин Н. И., Кивер В. Ф. Ресурсосберегающая технология производства кукурузы. Москва: ВИМ, 1991. 50 с.

188. Шевченко В. А., Просвирик П. Н. Расчет доз удобрений при возделывании кукурузы на зернострессовую смесь. *Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия*. 2010. № 2. С. 50–55.

189. Шелтон А. Роль біотехнології у рослинництві для світової системи продовольчого забезпечення. *Пропозиція*. 2004. № 1. С. 70–74.

190. Шматковский А. В., Циприс Д. Б., Смирнова Л. Я., Айсомайтис П. Киев. Укрупненные нормы водопотребности для орошения по природноклиматическим зонам СССР и др. Москва: Союзгипроводхоз, 1984. С. 34-55.

191. Шпаар Д., Шлапунов В., Щербаков В., Ястер К. Кукуруза. Минск: Беларуская навука, 1998. 200 с.

192. Штойко Д. А., Писаренко В. А. Режим зрошення кукурудзи на чорноземах південних важко-суглинкових. *Зрошуване землеробство*. Київ: Урожай, 1972. Вип. 14. С. 65–70.

193. Югенхеймер Р. У. Кукуруза: улучшение сортов, производство семян, использование; пер. с англ. Г. В. Дерягина, Н. А. Емельяновой / под ред. Г. Е. Шмараева. Москва: Колос, 1979. 519 с.

194. Яцик А. В. Вода України: проблеми, перспективи Водне господарство України. 1996. № 2. С. 3–8.

195. Alley M. M. Corn Growth & Nutrient Requirements. *Virginia Cooperative Extension*. Virginia 2013, USA. № 5. P. 12–14.

196. Ansoorge H., Jauert R. Untersuchungen über die Wirkung der Stickstoffdüngung bei unterschiedlicher Düngung. *Fragen der Erhöhung*. 1989. № 7. S. 130–132.

197. Asfaw S. Gender integration into climatesmart agriculture. Rome:

Maggio, Food and Agriculture Organization of the UN, 2016. 20 p.

198. Barlog P., Frckowiak-Pawlak K. Effect of Mineral Fertilization on Yield of Maize Cultivars Differing in Maturity Scale. *Acta Sci. Pol. Agricultura*. 2008. № 7. P. 5–17.

199. Bell S. DPSIR a problem structuring method? An exploration from the “Imagine” approach. *European Journal of Operation Research*. 2012. Vol. 222, № 2. P. 350–360.

200. Bennetzen J. L., Hake C. *Handbook of Maize: Its Biology*. Springer Science Business Media, 2009. 146 p.

201. Bramm A. Physiologische Grundlagen des Wasser und Stoffhaushaltes von Mais *Z. Be. Wasser*. 1980. H. 2. S. 113–119.

202. Bright J. Designing irrigation systems to use water efficiently New Zealand Institute of Primary Industry Management Conference. 2002. P. 185–188.

203. Calvino P. A., Andradeb F. A., Sadrasb V. O. Maize Yield as Affected by Water Availability, Soil Depth, and Crop Management. *Agronomy Journal*. 2003. № 95 P. 275–281.

204. Church R. Use of fertilisers in England and Wales. *Rothamsted Exper. Stat Parpenden*. 1980. № 2. P. 105–110.

205. Corn History and How it Grows. URL: http://www.garden.org/foodguide/browse/veggiecorn_getting_started 397 (дата звернення: 2.10.2017 р.).

206. Corn Technology. DuPont Launches Next Generation Technology to Accelerate Corn Research and Increase Productivity. URL: <http://www.pioneer.com/homesite/about/news/mediamediakits/fastcorn/technology> (дата звернення: 21.07.2018 р.).

207. Faostat. Production. URL: www.fao.org. (дата звернення: 4.07.2017 р.)

208. Fischer R. A., Byerlee D., Edmeades G. O. Crop yields and global food security: Will yield increase continue to feed the world? *Australian Centre for International Agricultural Research*. 2014. № 158. P. 52–59.

209. Gathala M. K., Timsina J., Conservation agriculture based tillage and

crop establishment options can maintain farmers' yields and increase profits in South Asia's ricemaize systems. *Evidence from Bangladesh Field Crops Research*. 2014. P. 85–98.

210. Grove T. et al. Nitrogen fertilization of maize on an oxisol of the USA *Agron. J.* 1980. № 72. P. 261–265.

211. Jacob T. Bushong. Effect of Preplant Irrigation, Nitrogen Fertilizer Application Timing, and Phosphorus and Potassium Fertilization on Winter Wheat Grain Yield and Water Use Efficiency. *International Journal of Agronomy*. 2013. № 2. P. 12–14.

212. Knox J. W., Weatherhead E. K. Trickle Irrigation in England and Wales. *Environment Agency*, Bristol: Rio House, 2003. 53 p.

213. Koda J. Influences of environmental hormonal and nutritional factors on corn production *Jap. J. Crop. Sci.* 1983. Vol. 52. № 4. P. 282–291.

214. Konuma H. ClimateSmart Agriculture: A call for action. *FAO. Synthesis of the AsiaPacific Regional Workshop*. Bangkok, Thailand, 2015. 120 p.

215. Kromer K.H. Anbau von Kornermais mit Folie. *Wintertagung*. 1981. № 17. S. 196–207.

216. Lavrynenko Yu. O., Hozh O. A., Vozhegova R. A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2016. № 1. P. 55–60.

217. Macmillan S. Maize comes to maturity. *Seen and heard at the forage maize event*. 2005. Vol. 39. №10. P. 40–46.

218. Mark A., Dubley W. Evolution of North American Dent Corn from Public to Proprietary Germplasm. *Crop Sci.* 2006. Vol. 46, № 3. P. 1193–1205.

219. McCarthy N. Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc. 2011. P. 42–47.

220. Renault D., Wahaj R., Smits S. Multiple uses of water services in large

irrigation systems. Auditing and planning modernization. *FAO Irrigation and drainage paper*. №67. Rome, 2013. 203 p.

221. Saracoglu K., Saracoglu B., V. Fidan. Influence of Integrated Nutrients on Growth, Yield and Quality of Maize. *American Journal of Plant Sciences*. 2011. Vol. 2, № 1. P. 63–69.

222. The origin, cultivation & types of maize. URL: [http://www.satake.co.uk/cereal_millingmaize origin](http://www.satake.co.uk/cereal_millingmaize_origin). (дата звернення: 16.01.2018 р.).

223. Troyer A. F. Background of U.S. hybrid corn: II. Breeding, climate, and food. *Crop Science*. 2004. Vol. 44, № 2. P. 370–380.

224. Weil R. R., Mughogho S. K. Sulfur Nutrition of Maize in Four Regions of Malawi. *Agronomy Journal*. 2000. № 92. P. 649–656.

225. Westervelt J., Reetz H., Hreetz Jr. GIS on local Agricultural site. *Computers Electronics in Agronomy*. 2004. № 12. P. 16–25.

226. Yingneng L. Research on the Watersaving Agriculture in China. *Watersaving Irrigation*. 2002. № 2. P. 25–36.

ДОДАТКИ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних:

1. Белов Я. В. Напрями оптимізації технологій вирощування кукурудзи за умов змін клімату. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2018. Вип. 4. С. 74–81.
2. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Агроекономічна оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 71. С. 154–157 (Здобувачем проаналізовано літературу, проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані).
3. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Водоспоживання гібридів кукурудзи залежно від елементів технології в зрошуваних умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2019. Вип. 108. С. 12-18. (Здобувачем проаналізовано літературу, проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).
4. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Удосконалення технології вирощування гібридів в умовах зрошення півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2019. Вип. 2. С. 41–47.
5. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Вплив густоти стояння рослин та фону живлення на водоспоживання та продуктивність гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 72. С. 4–7 (Здобувачем проаналізовано літературу, проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).
6. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Динаміка накопичення надземної

біомаси гібридами кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення за вирощування в умовах зрошення. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2019. Вип. 109. Частина 1. С. 3-9 (Здобувачем проаналізовано літературу, проведено польові дослідження, отримано експериментальні дані).

7. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Продуктивність, структура врожаю та якість зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення за вирощування на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2019. Вип. 4. С. 89-95 (Здобувачем проведено польові дослідження, аналіз та узагальнення результатів досліджень).

Тези наукових конференцій:

8. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Продуктивність кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення за умов змін клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції, 10-12 квітня 2019 року*. ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ – Миколаїв – Херсон, 2019. С. 418.

9. Белов Я. В. Ефективність використання вологи гібридами кукурудзи за вирощування в умовах зрошення півдня України. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика: матеріали міжнар. наук. Інтернет-конференція*. Тернопіль, 2019. С. 39-40.

10. Белов Я. В. Врожайність та якість зерна кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння та удобрення. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали Четвертої міжнар. наук.-практич. конф.* Дніпро, 2019. С. 52-55.

Методичні рекомендації:

11. Вожегова Р. А., Белов Я. В., Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В., Коковіхін С. В., Біднина І. О. Науково-методичні рекомендації з інтенсивної технології вирощування кукурудзи на зерно і насіння на зрошуваних землях півдня України. Херсон, ІЗЗ НААН, 2018. 16 с.

12. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Белов Я. В., Коковіхін С. В., Марченко Т. Ю., Біднина І. О. Науково-практичні рекомендації з оптимізації технологій вирощування зерна кукурудзи на зрошуваних землях. Херсон, ІЗЗ НААН, 2019. 20 с.

Додаток Б.1

Збиральна вологість зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та доз мінеральних добрив у роки проведення досліджень, %

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
2016 р.								
ДКС 3730	50	12,7	14,2	16,6	16,8	16,9	14,8	15,4
	60	12,3	13,8	16,3	16,3	16,5		15,0
	70	12,1	13,3	15,2	16,3	15,9		14,6
	80	11,9	13,7	15,2	15,2	15,4		14,3
ДКС 4964	50	13,3	14,4	15,7	17,1	17,3	15,0	15,6
	60	12,9	14,3	15,6	16,6	16,5		15,2
	70	12,8	13,5	15,3	16,2	16,2		14,8
	80	12,4	13,8	14,8	15,9	15,7		14,5
ДКС 4795	50	13,9	14,6	16,6	16,9	17,3	15,3	15,9
	60	13,9	14,4	16,3	16,5	16,5		15,5
	70	13,5	14,0	15,8	16,2	16,4		15,2
	80	13,2	13,7	15,1	15,7	16,0		14,7
Середнє по фактору С		12,9	14,0	15,7	16,3	16,4		
2017 р.								
ДКС 3730	50	13,2	13,8	16,3	16,5	16,7	14,6	15,3
	60	12,7	13,5	16,1	16,1	16,3		14,9
	70	12,5	13,0	14,9	15,1	15,6		14,2
	80	12,4	13,4	14,8	14,9	15,1		14,1
ДКС 4964	50	13,9	14,2	15,5	16,9	17,2	15,0	15,5
	60	13,5	14,0	15,4	16,3	16,4		15,1
	70	13,4	13,3	15,1	16,0	16,2		14,8
	80	13,0	13,5	14,6	15,7	15,6		14,5
ДКС 4795	50	14,5	14,4	16,7	17,1	17,6	15,4	16,1
	60	14,0	14,2	16,1	16,5	17,2		15,6
	70	13,3	13,7	15,7	16,1	16,7		15,1
	80	13,2	13,4	14,9	15,8	16,1		14,7
Середнє по фактору С		13,3	13,7	15,5	16,1	16,4		
2018 р.								
ДКС 3730	50	14,7	16,0	18,6	18,8	19,0	16,8	17,4
	60	14,2	15,6	18,3	18,3	18,6		17,0
	70	14,0	15,1	17,1	18,3	17,8		16,5
	80	13,9	15,5	17,1	17,1	17,4		16,2
ДКС 4964	50	15,6	16,5	17,8	18,4	18,7	16,9	17,4
	60	15,2	16,3	17,7	17,9	18,3		17,1
	70	15,1	15,5	17,4	17,5	18,1		16,7
	80	14,7	15,8	16,9	17,4	17,5		16,5
ДКС 4795	50	16,1	16,7	18,8	19,2	19,5	17,4	18,1
	60	15,3	16,5	18,5	18,5	19,2		17,6
	70	15,0	16,0	18,0	18,8	18,7		17,3
	80	14,8	15,7	17,2	17,9	18,0		16,7
Середнє по фактору С		14,9	16,0	17,8	18,2	18,4		

Додаток Б.2

Вихід зерна з качанів кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та удобрення в роки проведення досліджень, %

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
2016 р.								
ДКС 3730	50	75,9	77,7	78,5	80,7	80,4	77,8	78,6
	60	75,4	76,4	78,0	80,1	80,0		78,0
	70	75,2	75,5	77,4	79,9	79,4		77,5
	80	75,1	75,3	77,1	79,1	78,9		77,1
ДКС 4964	50	76,8	80,6	81,8	83,0	82,3	80,1	80,9
	60	76,5	80,3	81,6	82,3	81,9		80,5
	70	76,4	79,6	81,5	82,3	81,8		80,3
	80	75,3	79,9	78,6	79,4	80,3		78,7
ДКС 4795	50	78,4	81,3	83,4	84,2	83,7	80,6	82,2
	60	78,0	81,1	83,0	83,7	83,2		81,8
	70	77,6	80,7	82,6	83,3	82,8		81,4
	80	75,1	76,4	80,2	71,5	81,0		76,8
Середнє по фактору С		76,3	78,7	80,3	80,8	81,3		
2017 р.								
ДКС 3730	50	78,6	81,1	83,7	84,0	83,7	80,9	82,2
	60	76,9	80,6	83,3	83,3	83,9		81,6
	70	75,9	80,0	82,0	82,1	83,3		80,7
	80	74,6	79,8	80,2	80,7	81,0		79,3
ДКС 4964	50	80,7	81,7	84,8	85,3	86,0	81,8	83,7
	60	79,2	80,9	83,3	84,6	85,9		82,8
	70	78,1	80,7	82,7	84,0	84,1		81,9
	80	77,3	77,1	71,1	84,4	83,3		78,6
ДКС 4795	50	82,0	83,8	85,7	86,9	87,8	83,8	85,2
	60	81,6	82,4	82,9	84,9	87,3		83,8
	70	81,2	82,1	82,8	85,7	86,9		83,7
	80	79,9	81,2	81,3	83,8	85,5		82,3
Середнє по фактору С		78,8	80,9	82,0	84,1	84,9		
2018 р.								
ДКС 3730	50	80,7	83,2	85,8	86,1	85,8	83,3	84,3
	60	79,0	82,8	85,5	85,5	86,0		83,7
	70	78,3	82,4	84,4	84,5	85,7		83,1
	80	77,5	82,7	83,1	83,6	83,9		82,2
ДКС 4964	50	82,8	84,0	87,3	87,2	87,0	83,7	85,7
	60	81,3	83,2	85,8	86,5	86,9		84,7
	70	80,2	83,0	85,2	85,9	85,1		83,9
	80	79,4	79,4	73,6	86,3	84,3		80,6
ДКС 4795	50	83,3	85,6	87,8	88,5	88,1	85,2	86,6
	60	82,9	84,2	85,0	86,5	87,6		85,2
	70	82,5	83,9	84,9	87,3	87,2		85,2
	80	81,2	83,0	83,4	85,4	85,8		83,8
Середнє по фактору С		80,8	83,1	84,3	86,1	86,1		

Додаток Б.3

Маса 1000 зерен кукурудзи залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та фону живлення в роки проведення досліджень, г

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
2016 р.								
ДКС 3730	50	286	293	303	307	308	292	299
	60	284	292	296	302	305		296
	70	272	288	291	300	303		291
	80	269	273	280	288	294		281
ДКС 4964	50	302	316	321	327	327	314	319
	60	300	315	318	324	325		317
	70	301	307	312	319	324		313
	80	295	299	310	315	317		307
ДКС 4795	50	303	313	321	324	326	312	317
	60	301	313	319	324	324		316
	70	299	308	312	316	317		310
	80	293	306	302	307	305		303
Середнє по фактору С		292	302	307	313	315		
2017 р.								
ДКС 3730	50	299	306	317	320	321	306	313
	60	297	305	309	317	319		309
	70	292	300	301	310	316		304
	80	290	295	298	300	307		298
ДКС 4964	50	313	327	332	338	338	325	330
	60	311	326	329	335	336		328
	70	312	318	327	335	336		325
	80	306	309	323	328	330		319
ДКС 4795	50	319	329	338	341	343	329	334
	60	317	329	336	341	341		333
	70	316	324	334	332	335		328
	80	306	321	325	328	325		321
Середнє по фактору С		307	316	322	327	329		
2018 р.								
ДКС 3730	50	311	318	329	332	333	318	324
	60	309	317	321	329	331		321
	70	304	312	318	325	328		317
	80	302	306	310	312	319		310
ДКС 4964	50	325	340	344	351	351	338	342
	60	323	339	342	348	349		340
	70	324	330	339	348	348		338
	80	318	321	336	342	341		331
ДКС 4795	50	331	342	350	354	356	341	347
	60	330	342	348	354	354		345
	70	328	337	346	345	347		340
	80	318	328	339	341	340		333
Середнє по фактору С		318	327	335	340	341		

Додаток Б.4

Урожайність зерна гібридів кукурудзи в роки проведення досліджень залежно від густоти стояння рослин та удобрення в умовах зрошення, т/га

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)					Середнє по факторах	
		без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀	N ₉₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₁₂₀	А	В
2016 р.								
ДКС 3730	50	9,0	9,9	11,1	12,0	12,8	12,5	10,9
	60	9,7	11,0	11,8	13,4	13,7		11,9
	70	11,4	12,4	13,7	14,3	14,7		13,3
	80	10,9	13,4	14,1	15,0	16,4		14,0
ДКС 4964	50	10,8	12,4	13,1	14,9	15,3	14,3	13,3
	60	11,7	12,8	14,1	15,5	16,4		14,1
	70	12,2	15,1	16,3	16,9	17,5		15,6
	80	10,4	13,1	14,2	15,8	17,2		14,1
ДКС 4795	50	10,9	11,9	13,3	14,4	14,9	14,3	13,1
	60	11,7	13,2	14,2	15,9	16,5		14,3
	70	11,8	14,4	14,9	17,4	16,9		15,1
	80	11,9	14,1	14,5	17,0	16,8		14,9
Середнє по фактору С		11,0	12,8	13,8	15,2	15,7		
2017 р.								
ДКС 3730	50	10,2	11,2	11,7	13,5	14,2	13,9	12,2
	60	11,0	12,4	12,8	14,9	15,2		13,2
	70	11,1	13,3	15,2	17,2	16,9		14,7
	80	12,2	14,8	15,6	17,7	18,0		15,7
ДКС 4964	50	9,2	9,9	11,4	13,8	14,0	13,0	11,7
	60	10,4	11,6	12,9	14,3	15,2		12,9
	70	12,2	13,9	15,1	15,2	15,1		14,3
	80	10,5	11,8	13,0	14,6	14,9		13,0
ДКС 4795	50	8,8	9,8	10,8	12,3	13,3	12,7	11,0
	60	9,6	11,1	12,1	15,3	14,4		12,5
	70	11,4	12,3	13,7	16,2	15,4		13,8
	80	11,5	12,0	12,6	15,7	16,0		13,6
Середнє по фактору С		10,7	12,0	13,1	15,1	15,2		
2018 р.								
ДКС 3730	50	10,4	12,1	12,5	14,0	14,7	14,2	12,7
	60	10,7	13,1	13,5	15,2	15,5		13,6
	70	11,6	13,9	15,5	17,5	17,0		15,1
	80	11,2	14,4	16,1	17,7	18,3		15,5
ДКС 4964	50	10,5	12,7	14,0	16,1	16,3	15,3	13,9
	60	13,8	14,2	15,3	16,5	16,8		15,3
	70	13,5	16,1	17,6	17,9	17,3		16,5
	80	13,9	14,4	15,4	16,8	17,0		15,5
ДКС 4795	50	11,8	14,4	14,6	16,4	16,9	16,4	14,8
	60	12,9	14,9	16,7	18,6	18,2		16,3
	70	14,1	16,3	18,3	19,3	18,9		17,4
	80	13,5	16,9	18,5	18,9	18,5		17,3
Середнє по фактору С		12,3	14,4	15,7	17,1	17,1		

Додаток Б.5

Вплив досліджуваних чинників на показники якості зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості (середнє за 2016–2018 рр.), %

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)	Вміст білка	Вміст крохмалю	Вміст жиру
ДКС 3730	50	без добрив (контроль)	8,2	71,8	5,3
		N ₃₀ P ₃₀	8,4	71,5	5,2
		N ₆₀ P ₆₀	8,7	70,9	4,9
		N ₉₀ P ₉₀	9,0	70,8	4,8
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,1	70,2	4,8
	60	без добрив (контроль)	8,2	72,2	5,2
		N ₃₀ P ₃₀	8,3	71,9	4,8
		N ₆₀ P ₆₀	8,6	71,3	4,7
		N ₉₀ P ₉₀	8,9	71,2	4,7
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,0	70,6	4,6
	70	без добрив (контроль)	8,1	72,5	5,3
		N ₃₀ P ₃₀	8,3	72,3	4,6
		N ₆₀ P ₆₀	8,3	71,7	4,6
		N ₉₀ P ₉₀	8,5	71,6	4,6
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,0	71,0	4,7
	80	без добрив (контроль)	8,0	72,9	5,2
		N ₃₀ P ₃₀	8,1	72,6	4,5
		N ₆₀ P ₆₀	8,2	72,0	4,5
		N ₉₀ P ₉₀	8,4	71,9	4,5
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	8,8	71,4	4,5
ДКС 3730	50	без добрив (контроль)	8,4	71,3	5,2
		N ₃₀ P ₃₀	8,8	71,0	5,1
		N ₆₀ P ₆₀	8,9	70,4	4,8
		N ₉₀ P ₉₀	9,2	70,3	4,8
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,6	69,7	4,7
	60	без добрив (контроль)	8,4	71,4	5,2
		N ₃₀ P ₃₀	8,5	71,2	4,7
		N ₆₀ P ₆₀	8,9	70,6	4,7
		N ₉₀ P ₉₀	9,1	70,5	4,7
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,4	69,9	4,6
	70	без добрив (контроль)	8,3	71,7	5,3
		N ₃₀ P ₃₀	8,4	71,4	4,6
		N ₆₀ P ₆₀	8,5	70,8	4,5
		N ₉₀ P ₉₀	8,9	70,9	4,5
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,1	70,2	4,7
	80	без добрив (контроль)	8,1	72,0	5,2
		N ₃₀ P ₃₀	8,2	71,0	4,4
		N ₆₀ P ₆₀	8,4	71,2	4,4

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)	Вміст білка	Вміст крохмалю	Вміст жиру
		N ₉₀ P ₉₀	8,7	71,2	4,4
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	8,9	70,6	4,5
ДКС 3730	50	без добрив (контроль)	8,6	70,1	5,2
		N ₃₀ P ₃₀	8,9	69,8	5,1
		N ₆₀ P ₆₀	9,1	69,2	4,8
		N ₉₀ P ₉₀	9,4	69,1	4,7
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,7	68,5	4,7
	60	без добрив (контроль)	8,6	70,4	5,1
		N ₃₀ P ₃₀	8,7	70,1	4,7
		N ₆₀ P ₆₀	9,1	69,8	4,7
		N ₉₀ P ₉₀	9,3	69,4	4,6
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,5	69,1	4,5
	70	без добрив (контроль)	8,5	70,7	5,2
		N ₃₀ P ₃₀	8,7	70,4	4,5
		N ₆₀ P ₆₀	8,7	69,4	4,2
		N ₉₀ P ₉₀	9,0	69,8	4,5
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,4	69,6	4,3
	80	без добрив (контроль)	8,4	70,4	5,1
		N ₃₀ P ₃₀	8,5	69,7	4,4
		N ₆₀ P ₆₀	8,6	69,9	4,1
		N ₉₀ P ₉₀	8,9	69,4	4,1
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	9,2	69,2	4,0

Додаток В.1

Економічна ефективність технології вирощування гібридів кукурудзи залежно від фону мінерального живлення (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид	Удобрєння	Урожайність, т/га	Економічні показники				
			вартість валової продукції, тис. грн/га	витрати на основну продукцію, тис. грн/га	собівартість, тис. грн/т	чистий прибуток, тис. грн/га	рівень рентабельності, %
ДКС 3730	Без добрив (контроль)	10,8	50,8	24,3	2,25	26,4	108,7
	N ₃₀ P ₃₀	12,7	59,7	26,2	2,06	33,5	127,7
	N ₆₀ P ₆₀	13,7	64,4	28,1	2,05	36,3	129,1
	N ₉₀ P ₉₀	15,2	71,4	29,9	1,97	41,5	138,9
	N ₁₂₀ P ₁₂₀	15,6	73,3	31,7	2,03	41,6	131,3
ДКС 4964	Без добрив (контроль)	11,6	54,5	25,9	2,23	28,6	110,3
	N ₃₀ P ₃₀	13,2	62,0	27,8	2,11	34,2	123,1
	N ₆₀ P ₆₀	14,4	67,7	29,7	2,06	38,0	127,9
	N ₉₀ P ₉₀	15,7	73,8	31,5	2,01	42,3	134,3
	N ₁₂₀ P ₁₂₀	16,1	75,7	33,3	2,07	42,4	127,2
ДКС 4795	Без добрив (контроль)	11,7	55,0	26,3	2,25	28,7	108,9
	N ₃₀ P ₃₀	13,4	63,0	28,2	2,11	34,8	123,3
	N ₆₀ P ₆₀	14,5	68,2	30,1	2,08	38,1	126,4
	N ₉₀ P ₉₀	16,5	77,6	31,9	1,93	45,7	143,1
	N ₁₂₀ P ₁₂₀	16,4	77,1	33,7	2,05	43,4	128,7

Додаток В.2

Енергетична оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення (середнє за 2016-2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)	Находження енергії з врожаєм, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Енергоємність 1 т зерна, ГДж
ДКС 3730	50	Без добрив	99,2	32,8	66,4	3,03	3,35
		N ₃₀ P ₃₀	111,4	35,7	75,7	3,12	3,25
		N ₆₀ P ₆₀	119,5	38,6	80,9	3,10	3,27
		N ₉₀ P ₉₀	133,7	41,0	92,7	3,26	3,11
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	140,7	43,9	96,8	3,21	3,16
	60	Без добрив	106,3	33,5	72,8	3,17	3,19
		N ₃₀ P ₃₀	123,5	36,4	87,1	3,39	2,98
		N ₆₀ P ₆₀	128,6	39,3	89,3	3,27	3,09
		N ₉₀ P ₉₀	146,8	41,7	105,1	3,52	2,88
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	149,9	44,6	105,3	3,36	3,01
	70	Без добрив	115,4	33,9	81,5	3,40	2,97
		N ₃₀ P ₃₀	133,7	36,8	96,9	3,63	2,79
		N ₆₀ P ₆₀	149,9	39,7	110,2	3,77	2,68
		N ₉₀ P ₉₀	165,0	42,1	122,9	3,92	2,58
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	164,0	45,0	119,0	3,65	2,78
	80	Без добрив	116,4	34,1	82,3	3,41	2,97
		N ₃₀ P ₃₀	143,8	37,0	106,8	3,89	2,61
		N ₆₀ P ₆₀	154,9	39,9	115,0	3,88	2,61
		N ₉₀ P ₉₀	170,1	42,3	127,8	4,02	2,52
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	170,1	45,2	133,0	3,94	2,57
ДКС 4964	50	Без добрив	103,3	33,1	70,2	3,12	3,24
		N ₃₀ P ₃₀	118,5	36,0	82,5	3,29	3,07
		N ₆₀ P ₆₀	130,6	38,9	91,8	3,36	3,01
		N ₉₀ P ₉₀	150,9	41,3	109,6	3,66	2,77
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	153,9	44,2	109,7	3,49	2,90
	60	Без добрив	121,5	33,8	87,7	3,60	2,81
		N ₃₀ P ₃₀	130,6	36,7	94,0	3,56	2,84
		N ₆₀ P ₆₀	142,8	39,6	103,2	3,61	2,81
		N ₉₀ P ₉₀	156,9	42,0	115,0	3,74	2,71
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	163,0	44,9	118,2	3,63	2,79
	70	Без добрив	127,6	34,2	93,4	3,74	2,71
		N ₃₀ P ₃₀	151,9	37,1	114,8	4,10	2,47
		N ₆₀ P ₆₀	165,0	40,0	125,1	4,13	2,45
		N ₉₀ P ₉₀	169,1	42,4	126,7	3,99	2,54
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	168,1	45,3	122,8	3,71	2,73
	80	Без добрив	117,5	34,4	83,1	3,42	2,96
		N ₃₀ P ₃₀	132,6	37,3	95,4	3,56	2,84
		N ₆₀ P ₆₀	143,8	40,2	103,6	3,58	2,83

Гібрид (фактор А)	Густина стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)	Удобрення (фактор С)	Надходження енергії з врожаєм, ГДж/га	Витрати енергії, ГДж/га	Приріст енергії, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Енергоємність 1 т зерна, ГДж
ДКС 4795		N ₉₀ P ₉₀	159,0	42,6	116,4	3,74	2,71
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	166,1	45,5	120,6	3,65	2,77
	50	Без добрив	106,3	33,2	73,1	3,20	3,16
		N ₃₀ P ₃₀	121,5	36,1	85,4	3,37	3,01
		N ₆₀ P ₆₀	130,6	39,0	91,6	3,35	3,02
		N ₉₀ P ₉₀	145,8	41,4	104,4	3,52	2,87
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	151,9	44,3	107,6	3,43	2,95
		Без добрив	115,4	33,9	81,5	3,41	2,97
	60	N ₃₀ P ₃₀	131,6	36,8	94,8	3,58	2,83
		N ₆₀ P ₆₀	144,8	39,7	105,1	3,65	2,77
		N ₉₀ P ₉₀	168,1	42,1	126,0	3,99	2,53
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	165,0	45,0	120,1	3,67	2,76
		Без добрив	125,6	34,3	91,3	3,66	2,76
	70	N ₃₀ P ₃₀	145,8	37,2	108,6	3,92	2,58
		N ₆₀ P ₆₀	158,0	40,1	117,9	3,94	2,57
		N ₉₀ P ₉₀	178,2	42,5	135,7	4,19	2,41
		N ₁₂₀ P ₁₂₀	173,1	45,4	127,8	3,82	2,65
		Без добрив	124,5	34,5	90,1	3,61	2,80
	80	N ₃₀ P ₃₀	144,8	37,4	107,4	3,87	2,61
		N ₆₀ P ₆₀	153,9	40,3	113,6	3,82	2,65
N ₉₀ P ₉₀		174,2	42,7	131,5	4,08	2,48	
N ₁₂₀ P ₁₂₀		173,1	45,6	127,6	3,80	2,67	
Без добрив		124,5	34,5	90,1	3,61	2,80	