НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ШИНКАРУК ЛІЛІЯ МИКОЛАЇВНА

УДК 631.15:631.55:631.81:632.952

ДИСЕРТАЦІЯ

УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ, ФУНГІЦИДІВ І ДЕСИКАЦІЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

201 – Агрономія
Сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерел

Л. М. Шинкарук

Науковий керівник: Лихочвор Володимир Володимирович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН

Оброшине 2022

АНОТАЦІЯ

Шинкарук Л. М. Урожайність кукурудзи залежно від елементів системи удобрення, фунгіцидів і десикації в умовах Лісостепу Західного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агрономія (20 Аграрні науки і продовольство). – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, Оброшине, 2022.

У дисертаційній роботі наведено результати досліджень з вивчення особливостей росту, розвитку рослин кукурудзи звичайної (Zea Mays), фотосинтетичної та зернової продуктивності залежно від удобрення, захисту від хвороб та передзбиральної вологості зерна залежно від застосування десикантів.

У вступі відображено актуальність теми, зв'язок роботи з науковими програмами, темами, мету і завдання досліджень, об'єкт, предмет, методи досліджень. Висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів які були досягнуті завдяки вивченню вливу удобрення, захисту рослин, передзбиральної обробки посівів гібриду кукурудзи LG 3258 десикантами в умовах Лісостепу Західного.

У першому розділі кваліфікаційної праці «Формування врожайності кукурудзи залежно від впливу добрив, фунгіцидів та десикантів» (огляд наукової літератури) обґрунтовано роль удобрення в формуванні врожаю кукурудзи, використання фунгіцидів для захисту від хвороб та десикації посіву. Визначено недостатньо вивчені питання які заслуговують на увагу в досліджуваній грунтово-кліматичній зоні Лісостепу Західного.

Другий розділ «Умови, матеріал та методика проведення досліджень» містить інформацію про умови досліджень, схеми дослідів, а також основні методики, які були використані в процесі наукових досліджень.

Третій розділ висвітлює «Ріст і розвиток рослин кукурудзи залежно від рівня удобрення і позакореневого підживлення».

Встановлено, що застосування добрив збільшувало висоту рослин та висоту прикріплення нижнього качана. Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведення позакореневих підживлень мікродобривами (Рексолін ABC + Maize boost), карбамідом з сульфатом магнію у фазі 10 листків кукурудзи підвищувало висоту рослин на 16 см порівняно з нормою $N_{80}P_{40}K_{60}$ та без підживлень, що становило 256 см. Висота прикріплення нижнього качана у цьому варіанті теж була найбільшою – 128 см, що на 13 см більше від норми $N_{80}P_{40}K_{60}$ (без підживлень). Внесення мінеральних добрив збільшувало площу листкової поверхні кукурудзи. Максимальні показники отримали в фазі молочної стиглості при нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведенні позакореневих підживлень мікродобривами (Рексолін ABC + Maize boost), карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків, що становить 49,9 тис. м^2/га. У фазі цвітіння даний показник був меншим на 12,9 тис. м^2/га порівняно з удобренням в нормі $N_{80}P_{40}K_{60}$ (без підживлень). Під впливом добрив збільшувалася суха маса рослин кукурудзи. Найбільшу кількість сухих речовин 26,22 т/га отримали в варіанті удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведенні позакореневого підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків кукурудзи. Застосування добрив в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведення підживлень мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків сприяло підвищенню фотосинтетичного потенціалу до 3572,7 тис. м^2 діб/га, що на 930,7 тис. м^2 діб/га більше, порівняно з удобренням в нормі $N_{80}P_{40}K_{60.}$ Найбільші показники чистої продуктивності фотосинтезу – 9,74 г/м^2 зафіксовані у фазу молочної стиглості при удобренні в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та застосуванні позакореневих підживлень мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків.

Застосування добрив покращувало структурні елементи врожаю кукурудзи. При удобренні в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та підживленні мікродобривами у фазі 10 листків відзначено зростання на 1,5 ряда кількості зерен в качані (до 16

рядів) до контролю $N_{80}P_{40}K_{60}$ та кількості зерен в ряді – 38,1, що на 6,1 шт більше. Найбільша маса зерна з 1 качана – 200,5 г зафіксована за норми внесення $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведенні позакореневих підживлень у фазі після цвітіння.

Фунгіцидний захист рослин знижував розвиток хвороб кукурудзи. Ефективність фунгіцидних обробок залежала від кліматичних умов року досліджень. Проведення обприскувань у фазі 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна забезпечували нижчий (до 4 %) розвиток гельмінтоспоріозу в фазі воскової стиглості, порівняно з контролем – 25,9 %. Таку ж закономірність спостерігали за розвитком іржі – 2,9, проти 19,4 % та фузаріозом качанів – 1,1, що на 6,5 % менше від контролю.

Встановлено, що технічна ефективність застосування фунгіцидів становила 85,5–87,0 % у варіанті обприскувань у фазі 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна.

У четвертому розділі «Формування рівня урожайності зерна кукурудзи» наведено результати досліджень з вивчення удобрення, фунгіцидного захисту та десикації кукурудзи на врожайність та вологість зерна.

Встановлено, що застосування десикантів позитивно впливало на вміст вологи в зерні кукурудзи. Вагомий вплив на динаміку вологості мали погодні умови. Найбільше зниження вологості – 7,6 % отримали у варіанті застосування Раундап Макс 3,2 л/га при обприскуванні зерна вологістю 40 %. Найвищу врожайність – 13,24 т/га забезпечила норма внесення мінеральних добрив $N_{160}P_{80}K_{140}$ та позакореневі підживлення мікродобривами: карбамідом і сульфатом магнію у фазі 10 листків, що більше на 3,24 т/га або 32,7 % порівняно з контролем на фоні $N_{80}P_{40}K_{60}$.

Обробка кукурудзи фунгіцидами у фазі 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна сприяли отриманню найбільшої врожайності – 12,01 т/га, що на 2,82 т/га більше до контролю (без обробки).

Використання десикантів на посівах кукурудзи при настанні чорної точки та через 10 діб після її настання не мали впливу на врожайність. Обприскування

посівів при 40 % вологості зерна сприяли зниженню врожайності на 0,17–0,35 т/га.

П'ятий розділ «Якісні показники зерна кукурудзи» містить дані досліджень впливу удобрення на вміст протеїну, крохмалю та жиру в зерні кукурудзи, масу 1000 зерен та вміст мікотоксинів залежно від застосування фунгіцидів. Встановлено, що маса 1000 зерен зростала зі збільшенням норми добрив та проведення позакореневих підживлень. Найвищий показник 346 г отримали за норми внесення $N_{160}P_{80}K_{140}$ та підживленні мікродобривами, карбамідом і сульфатом магнію після цвітіння, що на 68 г більше від контролю ($N_{80}P_{40}K_{60}$).

Під впливом добрив змінювалися якісні показники. За рівня мінерального живлення кукурудзи $N_{160}P_{80}K_{140}$ і підживленні мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі викидання волоті, вміст протеїну зростав з 9,12 % (контроль) до 11,10 %. За такого ж варіанту отримано найбільший вихід протеїну 1,39–1,43 т/га, залежно від строків проведення підживлення даний показник суттєво не відрізнявся.

Вміст крохмалю зменшувався з 74,20 (контроль) до 71,80 % – варіант з удобренням $N_{160}P_{80}K_{140}$ та підживленнями у фазі викидання волоті. Проте, за рахунок підвищення врожайності найбільший вихід крохмалю – 9,61 т/га отримали при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ та підживленні мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків. З підвищенням рівня внесення мінеральних добрив вміст жиру в зерні кукурудзи знижувався з 4,33 % (контроль – $N_{80}P_{40}K_{60}$) до 3,76 % за норми удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведенні підживлень після цвітіння. Найбільший вихід жиру – 0,51 т/га отримали на фоні добрив $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведенні підживлень у фазі 10 листків кукурудзи.

Встановлено, що обприскування кукурудзи фунгіцидами впливало на вміст мікотоксинів в зерні, який зменшувався при збільшенні кількості фунгіцидних обробок. За обробки рослин у фазі 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна зафіксована найменша їх кількість, а саме: фумонізину B_1 –

0,0544 мкг/кг, Т-2 токсину – 0,0151, зеараленону – 0,224, ДОН – 0,0752 мкг/кг, що не перевищує гранично допустимі концентрації.

У шостому розділі «Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи на зерно» наведені розрахунки економічні та енергетичної ефективності досліджуваних елементів у технології вирощування кукурудзи. Найвищий прибуток 56871 грн/га отримали у варіанті удобрення в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведенні підживлень мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків кукурудзи. Рівень рентабельності становить 159 %. Найбільш вигідним виявився варіант обробки фунгіцидами у фазі 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна, який забезпечив чистий прибуток в розмірі 52761 грн/га, рівень рентабельності виробництва зерна – 169 %. За застосування десикантів найбільший чистий прибуток – 47491 грн/га отримали від обробки Раундапом Макс в нормі 2,4 л/га при настанні чорної точки кукурудзи.

Застосування добрив та позакореневих підживлень підвищувало енергетичні витрати, проте за рахунок зростання врожайності прибуток енергії зростав з 32,30 – на контролі до 41,91 млн Ккал/га. За норми внесення мінеральних добрив $N_{160}P_{80}K_{140}$ та підживлень мікродобривами: карбамідом і сульфатом магнію у фазі 10 листків, Кее був високим – 7,06–8,70.

Фунгіцидні обробки збільшували прибуток енергії з 28,44 – на контролі до 38,37 млн Ккал/га. У варіанті чотириразового застосування фунгіцидів Кее становив – 7,91. Обприскування десикантами збільшувало витрати енергії з 5,17 на контролі до 5,62 при застосуванні Раундап Макс 3,2 л/га. Проте, Кее коливався в межах 6,90–7,71.

***Ключові слова**: кукурудза, удобрення, мінеральні добрива, мікродобрива, позакореневе підживлення, продуктивність, хвороби, фунгіциди, десиканти, вологість, урожайність, маса 1000 зерен, якість, мікотоксини.*

ANNOTATION

Shinkaruk L. M. Corn yield depending on the elements of the fertilizer system, fungicides and desiccation in the conditions of the Western Forest-Steppe. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 - Agronomy (20 Agrarian Sciences and Food). – Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Agricultural Sciences, Obroshino, 2022.

The dissertation presents the results of research on the study of growth characteristics, plant development of common corn (Zea Mays), photosynthetic and grain productivity depending on fertilization, protection against diseases and pre-harvest grain moisture depending on the use of desiccants.

The introduction reflects the relevance of the topic, the connection of work with scientific programs, topics, goals and objectives of research, object, subject, research methods. The scientific novelty and practical significance of the results obtained, which were achieved through the study of the injection of fertilizer, plant protection, pre-harvest treatment of crops of the LG 3258 corn hybrid with desiccants in the conditions of the Western Forest-Steppe, are highlighted.

In the first section of the qualifying work "Formation of corn yield depending on the effect of fertilizers, fungicides and desiccants" (review of scientific literature), the role of fertilizer in the formation of corn yield, the use of fungicides to protect against diseases and dessication of crops is substantiated. Insufficiently studied issues that deserve attention in the studied soil-climatic zone of the Western Forest-Steppe are identified.

The second section "Conditions, material and methods of research" contains information about the conditions of research, experimental schemes, as well as the main methods that were used in the process of scientific research.

The third section covers "Growth and development of corn plants depending on the level of fertilizer and foliar feeding".

It was found that the use of fertilizers increased the height of plants and the height of attachment of the lower head. The application of mineral fertilizers at the rate of $N_{160}P_{80}K_{140}$ and foliar top dressing with micronutrient fertilizers (Rexolin ABC + Maize boost), urea with magnesium sulfate in the phase of 10 corn leaves increased the height of plants by 16 cm compared to the rate of N_{50} and N_{40}, the cob in this variant was also the largest - 128, which is 13 cm more than the norm $N_{80}P_{40}K_{60}$ (without top dressing). The application of mineral fertilizers increased the leaf surface area of corn. The maximum indicators were obtained in the phase of milky ripeness at the rate of $N_{160}P_{80}K_{140}$ and foliar fertilizing with microfertilizers (Rexolin ABC + Maize boost), urea and magnesium sulfate in the 10-leaf phase, which is 49.9 thousand m^2/ha. In the flowering phase, this indicator was less by 12.9 thousand m^2/ha compared to the norm $N_{80}P_{40}K_{60}$ fertilizer (without top dressing). Under the influence of fertilizers, the dry weight of corn plants increased. The largest amount of dry matter 26.22 t/ha was obtained in the $N_{160}P_{80}K_{140}$ fertilizer variant and foliar top dressing with microfertilizers, carbamide and magnesium sulfate in the 10-leaf phase of corn. The use of fertilizers in the $N_{160}P_{80}K_{140}$ norm and top dressing with micronutrient fertilizers, urea and magnesium sulfate in the same phase contributed to an increase in the photosynthetic potential to 3572.7 thousand m^2 days/ha, which is 930.7 thousand m^2 days/ha more compared to the $N_{80}P_{40}K_{60}$ norm. indicators of net productivity of photosynthesis - 9.74 g/m^2 were recorded in the phase of milky ripeness with fertilizer in the norm $N_{160}P_{80}K_{140}$ and the use of foliar top dressing with micronutrient fertilizers, carbamide and magnesium sulfate in the 10-leaf phase.

The use of fertilizers improved the structural elements of the corn crop. When fertilizing in the norm $N_{160}P_{80}K_{140}$ and top dressing with micronutrient fertilizers in the 10-leaf phase, an increase by 1.5 rows in the number of grains in a head (up to 16 rows) was noted to the control $N_{80}P_{40}K_{60}$ and the number of grains in a row was 38.1, which is 6.1 more. The largest mass of grain from 1 head - 200.5 g was recorded at application rates of $N_{160}P_{80}K_{140}$ and foliar top dressing in the phase after flowering.

Fungicidal protection of plants reduced the development of corn diseases. The effectiveness of fungicidal treatments depended on the weather conditions of the study year. Spraying in the phase of 10 leaves, throwing out the panicle, after flowering and filling the grain, provided a lower (up to 4%) development of helminthosporiosis in the phase of wax ripeness compared to the control - 25.9%. The same pattern was observed for the development of rust - 2.9, against 19.4% and fusarium cobs - 1.1, which is 6.5% less than control.

It has been established that the technical efficiency of fungicide application was 85.5–87.0% in the variant of spraying in the 10-leaf phase, throwing out the panicle, after flowering and filling the grain.

The fourth section "Formation of the yield level of corn grain" presents the results of studies on the study of fertilizer, fungicidal protection and desiccation of corn on the yield and moisture content of grain.

It was found that the use of desiccants had a positive effect on the moisture content in corn grain. Weather conditions had a great influence on the dynamics of humidity. The greatest decrease in moisture - 7.6% was obtained in the variant of application of Raundup Max 3.2 l/ha when spraying the grain with a moisture content of 40%. The highest yield - 13.24 t/ha was provided by the application rate of mineral fertilizers $N_{160}P_{80}K_{140}$ and foliar top dressing with microfertilizers: carbamide and magnesium sulfate in the 10-leaf phase, which is more by 3.24 t/ha or 32.7% compared to the control against the background of $N_{80}P_{40}K_{60}$.

The treatment of corn with fungicides in the 10-leaf phase, throwing out the panicle after flowering and filling the grain contributed to obtaining the highest yield - 12.01 t/ha, which is 2.82 t/ha more before the control (without treatment).

The use of desiccants on corn crops at the onset of black spot and 10 days after its onset had an effect on yield. Spraying crops at 40% grain moisture led to a slight decrease in yield by 0.17–0.35 t/ha.

The fifth chapter "Qualitative indicators of corn grain" contains research data on the effect of fertilizer on the content of protein, starch and fat in corn grain, the weight of 1000 grains and the content of mycotoxins, depending on the use of

fungicides. It was found that the mass of 1000 grains grew with an increase in the rate of fertilizers and foliar top dressing. The highest rate of 346 g was received by the application rates of $N_{160}P_{80}K_{140}$ and top dressing with microfertilizers, urea and magnesium sulfate after flowering, which is 68 g more than the control ($N_{80}P_{40}K_{60}$). Qualitative characteristics changed under the influence of fertilizers. At the level of mineral nutrition of corn $N_{160}P_{80}K_{140}$ and top dressing with microfertilizers, urea and magnesium sulfate in the panicle ejection phase, the protein content increased from 9.12 (control) to 11.10%. With this option, the highest protein yield of 1.39–1.43 t/ha was obtained, depending on the timing of top dressing, this indicator did not differ significantly.

The starch content decreased from 74.20 (control) to 71.80% - the variant with $N_{160}P_{80}K_{140}$ fertilizer and top dressing in the panicle ejection phase. However, due to the increase in yield, the highest yield of starch - 9.61 t/ha was obtained with $N_{160}P_{80}K_{140}$ fertilizer and top dressing with microfertilizers, urea and magnesium sulfate in the 10-leaf phase. With an increase in the level of application of mineral fertilizers, the fat content in corn grain decreased from 4.33% (control - $N_{80}P_{40}K_{60}$) to 3.76% of the $N_{160}P_{80}K_{140}$ fertilizer rate and top dressing after flowering. The highest yield of fat - 0.51 t/ha was obtained against the background of fertilizers $N_{160}P_{80}K_{140}$ and top dressing in the phase of 10 corn leaves.

It was found that spraying corn with fungicides affected the content of mycotoxins in the grain, which decreased with an increase in the number of fungicide treatments. When processing plants in the 10-leaf phase, throwing out the panicle, after flowering and filling the grain, the smallest number of them was recorded, namely: fumonisin B1 - 0.0544 mcg/kg, T-2 toxin - 0.0151, zearalenone - 0.224, DON – 0.0752 mcg/kg, which does not exceed the maximum allowable concentration.

The sixth section "Economic and energy efficiency of growing corn for grain" presents calculations of the economic and energy efficiency of the studied elements in the technology of growing corn. The highest profit of 56,871 UAH/ha was obtained in the fertilizer variant at the rate of $N_{160}P_{80}K_{140}$ and fertilizing with

microfertilizers, urea and magnesium sulfate in the phase of 10 corn leaves. The level of profitability is 159 The most profitable was the option of treatment with fungicides in the phase of 10 leaves, throwing out the panicle, after flowering and pouring of grain, which provided a net profit in the amount of UAH 52,761/ha, the level of profitability of grain production was 169%. For the use of desiccants, the largest net profit - UAH 47,49 1/ha was obtained from treatment with Roundup Max at the rate of 2.4 l/ha at the onset of black spot of corn.

The use of fertilizers and foliar top dressings increased energy costs, however, due to the increase in yield, the energy profit grew from 32.30 - in the control to 41.91 million Kcal/ha. At the application rates of mineral fertilizers $N_{160}P_{80}K_{140}$ and fertilizing with microfertilizers: urea and magnesium sulfate in the 10-leaf phase, Kee was high - 7.06–8.70.

Fungicide treatments increased the energy gain from 28.44 - in the control to 38.37 million Kcal/ha. In the variant of the fourfold application of fungicides, Kee was 7.91. Spraying with desiccants increased energy consumption from 5.17 in control to 5.62 with Raundup Max 3.2 l/ha. However, Kee fluctuated between 6.90 and 7.71.

Key words: *corn, fertilizers, mineral fertilizers, microfertilizers, foliar fertilization, productivity, diseases, fungicides, desiccants, humidity, productivity, weight of 1000 grains, quality, mycotoxins.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України:

1. **Шинкарук Л. М**. Вплив удобрення кукурудзи на біометричні показники та елементи структури урожаю кукурудзи в умовах західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Вип. 96, ч. 1. 2020. С. 443–456. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-443-456

2. **Шинкарук Л. М**. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи. *Вісник Львівського національного аграрного університету.* Серія:

агрономія. 2021. № 25. С. 162–166. DOI : https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.162

3. **Шинкарук Л. М**. Технічна ефективність застосування фунгіцидів за вирощування кукурудзи. *Карантин і захист рослин.* 2022. № 1 (268). С. 17–20. DOI : https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.1.17-20

Статті, що додатково висвітлюють результати досліджень

4. **Shynkaruk L.,** Lykhochvor V. Influence of fertilization and foliar feeding on maize grain qualitative indicators. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11. No. 6. P. 113–116. DOI: 10.15421/2021_232 (*планування та проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 50 %).*

Стаття включена до наукових періодичних виданнях, які індексуються в наукометричних базах Scopus та/або Web of Science

5. **Shynkaruk L.,** Lykhochvor V. Effect of Desiccant Application on Pre-Harvest Humidity of Medium-Early Hybrid LG 3258 Corn in Western Forest-Steppe Conditions. 2021. *Scientific horizons.* № 24 (12). P. 32—38. DOI: 10.48077/scihor.24(12).2021.32-38 (*планування та проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 50 %).*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. **Шинкарук Л. М**. Вплив застосування фунгіцидів на розвиток фузаріозу качанів кукурудзи. *Інноваційні технології в рослинництві :* матеріали IV Всеукраїнської наукової інтернет-конференції (м. Кам’янець-Подільський, 10 травня 2021 р.). Кам’янець-Подільський, 2021. С. 165–167.

7. Лихочвор В. В., **Шинкарук Л. М.** Фотосинтетичні показники рослин кукурудзи залежно від елементів удобрення. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти :* зб. тез IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, квітень 2021 р.). Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. С. 95–97 (*авторство 50 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез*).

8. **Шинкарук Л**. М. Десиканти як елемент технології вирощування кукурудзи. *Актуальні тенденції розвитку науки та освіти* : зб. тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 14 жовтня 2021 р.). Полтава : ЦФЕНД, 2021. С. 69–70.

9. **Шинкарук Л. М.** Вплив позакореневого підживлення на висоту рослин кукурудзи. *Проблеми та перспективи розвитку науки, освіти і технологій* : зб. тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції: у 2 ч. (м. Полтава, 27 січня 2022 р.). Полтава : ЦФЕНД, 2022. Ч. 2. С. 46–48.

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ 16

ВСТУП …… 17

РОЗДІЛ 1 ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ДОБРИВ, ФУНГІЦИДІВ ТА ДЕСИКАНТІВ (огляд наукової літератури) ……. 22

1.1 Роль удобрення у формуванні врожаю кукурудзи …… 22

1.2 Використання фунгіцидів для захисту кукурудзи від хвороб . 32

1.3 Десикація як технологічний захід при вирощуванні кукурудзи 38

Висновки до розділу 1 ……... 42

РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ 43

2.1 Характеристика ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу західного …….. 43

2.2 Ґрунт дослідної ділянки та погодні умови в роки дослідження 44

2.3 Методика проведення досліджень ……. 50

2.4 Технологія вирощування …… 59

Висновки до розділу 2 ……... 59

РОЗДІЛ 3 РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ УДОБРЕННЯ І ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ……. 61

3.1 Вплив удобрення на висоту рослин кукурудзи …… 61

3.2 Формування площі листкової поверхні залежно від удобрення та підживлення …… 66

3.3 Нагромадження сухих речовин рослинами кукурудзи залежно від удобрення ……..... 72

3.4 Фотосинтетичні показники посівів кукурудзи …… 75

3.5 Ефективність застосування фунгіцидів при вирощуванні кукурудзи ……... 80
3.6 Структура врожаю рослин кукурудзи залежно від удобрення 93
Висновки до розділу 3 …….. 96
РОЗДІЛ 4 ФОРМУВАННЯ РІВНЯ УРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ……..... 99
4.1 Урожайність кукурудзи за різних норм удобрення …… 99
4.2 Зернова продуктивність кукурудзи залежно від застосування фунгіцидів …… 105
4.3 Збиральна вологість кукурудзи залежно від застосування десикантів ……. 110
4.4 Вплив проведення десикації на врожай кукурудзи ……..…… 111
Висновки до розділу 4 ……..... 113
РОЗДІЛ 5 ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ….…… 115
5.1 Уміст протеїну, жиру та крохмалю в зерні кукурудзи залежно від удобрення …… 115
5.2 Маса 1000 зерен залежно від удобрення …… 126
5.3 Вплив фунгіцидів на вміст мікотоксинів у зерні кукурудзи … 128
Висновки до розділу 5 ……. 131
РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО …… 133
6.1 Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно … 133
6.2 Енергетична ефективність вирощування кукурудзи на зерно . 143
Висновки до розділу 6 ……. 149
ВИСНОВКИ …… 151
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ …… 154
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ …… 155
ДОДАТКИ …… 187

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

га – гектар

грн – гривня

ДОН – дезоксіваленол

Кее – коефіцієнт енергетичної ефективності

ккал – кілокалорія

л –літр

м – метр

млн – мільйон

НІР – найменша істотна різниця

р. – рік

РКД – рідкі комплексні добрива

рр. – роки

см – сантиметр

т – тонна

тис. – тисяча

ФП – фотосинтетичний потенціал

ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

шт. – штуки

К – калій

N – азот

Р – фосфор

t – температура

pH – реакція ґрунтового розчину

% – відсоток

°С – градус Цельсія

ВСТУП

Кукурудза – одна з високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яка за рівнем врожайності переважає багато культур. У світі для продовольчих потреб використовується близько 20 % зерна кукурудзи, 15–20 % – для технічних цілей та 60–65 % на корм худобі. За валовими зборами кукурудза посідає перше місце, а за посівними площами – друге, поступаючись лише пшениці.

Стабільний попит на зерно кукурудзи, а також її переваги в економічному та агротехнологічному плані (рівень прибутковості, високопродуктивні гібриди, ефективні технології вирощування) забезпечили відповідне зростання площ цієї культури в Україні які за останні 10 років зросли в 1,5 рази: з 3,6 млн га у 2011 р., до 5,5 млн га, або 19 % від всієї посівної площі культур в 2021 р.

Середня урожайність зерна даної культури зросла із 4,4 до 6,2 т/га, проте залишається нижчою, ніж у світових лідерів, зокрема таких як, США, де вона становить – 9,6–10,4 т/га та Франції – 8,8–9,4 т/га, що свідчать про високі потенційні можливості. Для досягнення світового рівня врожайності є потреба у науковому обґрунтуванні і практичному пошуку шляхів підвищення продуктивності кукурудзи через реалізацію її генетичного потенціалу за рахунок удосконалення елементілесовв технології вирощування.

Актуальність теми. Для досягнення високих врожаїв кукурудзи важливе значення має пошук та впровадження сучасних ефективних елементів технології вирощування, які забезпечують оптимальний ріст та розвиток культури. Підвищення продуктивності можливе за рахунок комплексу умов до яких належить використання макро- та мікродобрив та засобів захисту рослин.

Вивчення ефективності норм добрив, проведення позакореневих підживлень та фунгіцидних обробок є актуальним в умовах зміни клімату та високої вартості даних елементів технології.

Вміст вологи в зерні кукурудзи впливає на організаційні рішення та економічний ефект. Тому зниження передзбиральної вологості кукурудзи має важливе значення для виробництва, що зумовлює необхідність досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили в 2018–2020 рр. та були складовою частиною тематичного плану лабораторії насіннєзнавства Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН відповідно до ПНД «Технології вирощування зернових культур. Селекція кукурудзи і сорго» за завданням «Адаптація нових гібридів кукурудзи різних груп стиглості до умов західного Лісостепу» (номер державної реєстрації 0116U001363).

Мета і завдання досліджень Метою досліджень було теоретичне обгрунтування особливостей формування врожаю кукурудзи залежно від внесення добрив, застосування фунгіцидів та десикантів в умовах Лісостепу Західного.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі завдання:

–дослідити особливості росту й розвитку, залежність фотосинтетичної діяльності та показники структури рослин кукурудзи за використання різних норм мінеральних добрив та позакореневих підживлень мікродобривами;

–встановити особливості формування якісних показників від удобрення та підживлення;

–визначити вплив фунгіцидів на розвиток хвороб кукурудзи;

–з’ясувати передзбиральну вологість кукурудзи залежно від застосування десикантів;

–проаналізувати вплив застосування різних норм добрив, мікродобрив у підживленні, фунгіцидів та десикантів на рівень урожайності кукурудзи;

–обґрунтувати економічну та енергетичну ефективність технологічних прийомів що вивчаються.

Об’єкт досліджень – процеси росту та розвитку рослин, формування врожайності та якості зерна кукурудзи залежно від удобрення, фунгіцидного захисту та десикації в умовах Лісостепу Західного України.

Предмет дослідження – кукурудза, макро- та мікродобрива, фунгіциди, десиканти.

Методи досліджень. *Польовий* – для визначення взаємодії об'єкта досліджень з елементами технології та погодними умовами; *візуальний* – для встановлення фенологічних фаз в онтогенезі рослин та визначення розвитку хвороб; *вимірювальний та ваговий* – для визначення біометричних показників росту та продуктивності; *лабораторний* – для аналізу вмісту елементів живлення в ґрунті, визначення якості та вологості зерна; *розрахунково-порівняльний* – визначення економічної та енергетичної ефективності елементів технології; *методи математичної статистики* – дисперсійний, кореляційний та регресійний – для визначення вірогідності різниць між факторами.

Наукова новизна отриманих результатів. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням у якому на основі теоретичного узагальнення та експериментального вивчення особливостей формування врожайності й якості зерна кукурудзи в грунтово-кліматичних умовах Лісостепу Західного, *уперше:*

–виявлено зміну фотосинтетичних показників, структури врожаю від застосування макро- (NPK) та мікродобрив (Рексолін ABC + Maize boost) досліджуваного гібриду LG 3258;

–встановлено високу ефективність удобрення на врожайність та якість зерна кукурудзи;

–досліджено вплив фунгіцидного захисту на розвиток хвороб кукурудзи, показники врожайності та вміст мікотоксинів у зерні;

–з'ясовано позитивну дію застосування десикантів на передзбиральну вологість зерна кукурудзи;

–обґрунтовано економічну та енергетичну ефективність досліджуваних факторів.

Удосконалено:

–елементи системи удобрення в технології вирощування кукурудзи;

–технологічні прийоми фунгіцидного захисту кукурудзи від патогенів.

Набули подальшого розвитку наукові положення щодо питання формування врожайності та якості зерна кукурудзи залежно від удобрення та захисту рослин.

Практичне значення отриманих результатів. За результатами проведених досліджень удосконалено систему удобрення кукурудзи, яка передбачає основне внесення мінеральних добрив в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та позакореневе підживлення мікродобривами (Maize boost + Рексолін АВС) + карбамід 5% + сульфат магнію 5% у фазі 10 листків кукурудзи (ВВСН 20), що забезпечує врожайність зерна на рівні 13,24 т/га в умовах Лісостепу Західного.

Удосконалено елементи захисту кукурудзи від хвороб, що включає чотириразове обприскування фунгіцидами (Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто) у фазах: 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна (ВВСН 20, 59, 69, 75) за якої формується найвища урожайність.

Визначено, що переджнивне застосування десикантів Раундап Макс та Реглон Супер знижує вологість зерна, що дає можливість швидше розпочати збір врожаю та економить кошти на досушування зерна. Запропоновано використовувати препарат Раундап Макс в нормі 2,4 л/га у фазі чорної точки кукурудзи.

Результати наукових досліджень пройшли виробничу перевірку у господарствах Хмельницької області ПП «ГВМ-АГРО» на площі 60 га, ФГ «ДДЛ Деметра» на площі 65 га, ФГ «Житниця-Т» на площі 50 га, та ТОВ «Ситний двір 2004» на площі 80 га, 4410 грн/га. Економічний ефект становив 3152–14250 грн/га.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним дослідженням автора. Здійснено аналіз і узагальнення зарубіжної та вітчизняної літератури за темою роботи. Визначено мету, завдання, сформульовано основні положення наукової праці. Проведено польові й лабораторні дослідження. Узагальнено та інтерпретовано експериментальні дані, здійснено статистичну обробку, підготовлено друковані праці. Сформульовано висновки і

рекомендації, які винесені на захист. Проведено науковий супровід у впровадженні розробок у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи заслухано та обговорено на засіданнях методичних комісій і вчених рад Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (с. Оброшине, 2018–2020 рр.); опрелюднено та апробовано на IV Всеукраїнській науковій інтернет-конференції: Інноваційні технології в рослинництві (м. Кам'янець-Подільський, 10 травня 2021 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції: Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти (м. Київ, квітень 2021 р.); Міжнародній науково-практичній конференції: Актуальні тенденції розвитку науки та освіти (м. Полтава, 14 жовтня 2021 р.); Міжнародній науково-практичній конференції: Проблеми та перспективи розвитку науки, освіти і технологій (м. Полтава, 27 січня 2022 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 9 наукових праць, з яких 4 – у наукових виданнях України, затверджених як фахові, 1 – включена до наукових періодичних виданнях, які індексуються в наукометричних базах Scopus та/або Web of Science та 4 – матеріали науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 231 сторінках комп'ютерного набору, в тому числі основного тексту – 153 сторінки. Дисертація містить анотацію, вступ, шість розділів, висновки, рекомендацій виробництву, список використаних джерел, який нараховує 278 посилань, у тому числі 85 латиницею, включає 37 таблиць, 11 рисунків та 14 додатків.

РОЗДІЛ 1

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ДОБРИВ, ФУНГІЦИДІВ ТА ДЕСИКАНТІВ

(огляд наукової літератури)

1.1 Вплив добрив на врожайність кукурудзи

Одним з найважливіших аспектів для отримання високих врожаїв сільськогосподарських рослин є забезпечення оптимальної кількості поживних елементів. Кукурудза вимагає високого рівня мінеральних добрив, що зумовлено тривалим вегетаційним періодом та властивістю рослин засвоювати поживні речовини майже до кінця вегетації. Однак, потрібно враховувати, що потреба у поживних речовинах суттєво залежить від фази росту та розвитку культури. В період інтенсивного росту культури – від викидання волотей до початку цвітіння, рослини кукурудзи споживають близько половини поживних елементів, до фази молочної стиглості зерна – до 90 % від загального виносу [32, 203].

На формування 1т зерна з такою ж кількістю вегетативної маси необхідно 15–30 кг азоту, 10–14 кг фосфору, 25–35 кг калію, по 6–10 кг магнію та кальцію, 3–4 кг сірки, 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9 г молібдену, 85 г цинку, 200 г заліза [123].

Збалансована система удобрення, з доступною кількістю елементів живлення в конкретні періоди є одним з основних аспектів формування стійкості рослин до несприятливих умов навколишнього середовища та отримання високих врожаїв. Важливим є забезпеченість поживними речовинами у так звані критичні фази росту рослин кукурудзи. У фазу 3–5 листків формуються генеративні органи – кількість качанів на рослині та кількість рядів зерен. В цей період кукурудза росте дуже повільно, а її

коренева система слаборозвинена, тому для оптимального росту необхідне забезпечення такими елементами як фосфор, цинк, бор та манган в достатній кількості. Період 7-8 листків кукурудзи характеризується інтенсивним ростом, тому підживлення в цей період збільшує озерненість качанів і підвищує якість зерна. Також зростає потреба в мікроелементах, таких як цинк, манган, бор, мідь [195, 56].

Найбільший вплив на урожайність кукурудзи має азот, який входить до складу білкових речовин та інших важливих органічних сполук. Регулювання азотного живлення дає змогу збільшити продуктивність рослин та якість зерна.. За достатнього рівня азоту збільшується засвоєння рослинами інших елементів – фосфору, калію, кальцію, магнію, сірки, міді, заліза, мангану і цинку. Необхідна кількість азоту інтенсифікує утворення білкових речовин, стимулює ріст та затримує старіння рослин [239, 240, 265].

За нестачі азоту гальмується ріст рослин, стебла стають тонкими, слабо галузяться, листки – дрібні, світло-зеленого кольору, погіршується формування репродуктивних органів. На молодих рослинах ознаки азотного голодування легко розпізнати. Покращити азотне живлення рослин можна підживленням [272].

На початку вегетації засвоювання азоту досить низьке (3–5%), інтенсивніше починається з фази 6–8 листків до засихання квіткових стовпчиків на качанах. В цей період поглинається до 85% азоту, а в фазі достигання зерна ще 10–13 %. Рослини кукурудзи добре реагують на удобрення карбамідом, або суміші аміачної селітри і карбаміду в співвідношенні 1 : 1. Це дає змогу ефективніше використовувати поживні речовини з них. Найбільш доступний для рослин нітратний азот, – він засвоюється в першу чергу. Амонійний азот акумулюється в орному шарі і використовується пізніше, оскільки має пройти процес перетворення в нітратну форму. Амідна форма спочатку перетворюється в амонійну форму, згодом в нітратну, тому використовується рослинами в останню чергу [86].

У роботі Маткевич В. Т., Коровіної М. О., Коломієць Л. В. та ін. [103], в умовах північного Степу України рекомендується внесення азотних добрив в нормі $N_{60} – N_{120}$ для одержання 5,20–5,35 т/га зерна кукурудзи.

Дослідженнями Бронніkової Л. [16] та Логінової І. [88, 89] встановлено, що тривале систематичне удобрення кукурудзи сприяє забезпеченню ґрунту рухомими формами азоту, в більшій мірі амонійною, рухомого фосфору та обмінного калію, що пояснюється опосередкованою дією аміачної селітри на кислотність, обмінні та мікробіологічні процеси в ґрунті.

В дослідженнях Котельникова Д. [74] вказано, що в умовах півдня України збільшення дози азотних добрив від N_{120} до N_{180} сприяло зростанню врожайності зерна кукурудзи на 19,5 %.

За даними Молдован В. Г. з співавт. [108] ефективним також є прикореневе підживлення азотом, розділене у 2 прийоми по N_{45}, що підвищило врожайність на 34,0–35,3 % залежно від гібриду.

Фосфор входить в склад органоїдів і ядра клітин, бере участь в ключових функціях рослинного організму. Він впливає на енергообмін, процес фотосинтезу, дихання, біосинтезу білків, жирів, крохмалю, сахарози, амінокислот та інших речовин [77].

На відміну від азоту та калію, рослини кукурудзи засвоюють фосфору набагато менше. Особливий вплив даний елемент має на початку вегетації. Оптимальний його вміст дозволяє сформувати розвинені кореневу систему та генеративні органи. При нестачі фосфору затримується ріст рослин, холодна погода підсилює ознаки фосфорного голодування. Коренева система розвивається поверхнево, недостатньо розгалужується, листки набувають інтенсивне фіолетово-пурпурове забарвлення. Оскільки фосфор в рослині є досить мобільним, він мігрує в молоді органи рослини, в результаті чого симптоми дефіциту проявляються на старих листках. Через дефіцит фосфору качани залишаються недорозвиненими, з дрібним зерном та викривленими рядами. Необхідно зауважити, що наслідки нестачі фосфору не можуть бути повністю компенсовані його внесенням в пізніші строки [90].

Калій, поряд з фосфором відповідає за формування та розвиток кореневої системи, яка забезпечує рослину іншими елементами живлення. При його нестачі коренева система розвивається слабо, у рослин знижується стійкість до вилягання [136, 275]. Дефіцит калію призводить до уповільнення росту рослин, зниження продуктивності (озерненості качанів), зменшення інтенсивності і гальмування фотосинтезу, що спричиняє зниження вмісту амінокислот, цукрів, крохмалю [181]. Цей елемент підвищує стійкість до хвороб та шкідників, регулює водний режим та підвищує посухостійкість [11]. При нестачі калію в ґрунті знижується засвоюваність азоту, деяких мікроелементів – Cu, Mn, Zn [199, 200, 217].

Симптомами нестачі калію є пожовтіння, або всихання листків вздовж верхівок та країв. Недостатній вміст калію в меншій мірі спричиняє зниження врожаю, ніж нестача азоту, а внесення підвищених норм калію не сприяло збільшенню урожаю [32, 86, 257]. Проте, дослідженнями встановлено, що високі дози добрив калію мають позитивний влив на продуктивність рослин кукурудзи в умовах засухи [201, 220, 235, 243].

При врожайності 5,0 т/га зерна кукурудзи співвідношення N : P : K становить 1,0 : 0,4 : 0,7, а при зростанні врожайності до 8,0 т/га збільшується до 1,0 : 0,34 : 1,2 [174].

Рослини кукурудзи чутливі до нестачі кальцію, який нейтралізує органічні кислоти, що утворюються в тканинах. Кукурудза росте при pH від 5,6 до pH – 7,5. Вже при pH 5,0–5,5 реагує незначним зниженням урожайності, що pH нижче 5,0 може досягати 30 % [95].

За дослідженнями Яворова [191] підвищення рівня pH з 5,0 до 5,5 сприяло підвищенню врожайності кукурудзи до 2,5 т/га. Більший вплив на врожайність кукурудзи кальцій має на кислих ґрунтах та за високих доз мінеральних добрив [18, 86, 237].

Магній входить до складу хлорофілу, фітину, пектинових речовин. Цей елемент має важливу фізіологічну роль в процесі фотосинтезу, впливає на

окисно-відновні реакції, є активатором багатьох ферментативних процесів. Нестача магнію призупиняє синтез азотовмісних сполук.

Симптомом дефіциту магнію є наявність поздовжніх світло-жовтих ліній вздовж жилок листка кукурудзи, які часто супроводжуються світло-фіолетовим забарвленням нижньої сторони листка на нижніх листках рослини. Внесення магнієвих добрив в середньому в рослинництві сприяло збільшенню врожайності на 8,5 % [78, 92].

Сірка є незамінним елементом амінокислоти метіоніну, що входить в структуру білка. За її нестачі молоді листки кукурудзи світлішають, а часом навіть жовтіють внаслідок розпаду хлорофілу. Водночас затримується ріст рослин, укорочуються міжвузля. Качани можуть гірше виповнюватися зерном. Достатня кількість сірки впливає на використання азоту [28, 29]. Засвоєння сірки кукурудзою відбувається практично рівномірно впродовж вегетаційного періоду. У зерні кукурудзи накопичується понад 50 % засвоєної рослинами сірки [177].

У працях Присташ І. [135], Barlog P. [203], Господаренка Г. [33] та Пілярської О. [126] доведено, що мінеральні добрива впливають на врожайність кукурудзи у різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Ефективність застосування добрив залежить від низки умов зокрема: погодних, рівня родючості ґрунту, біологічних особливостей сорту чи гібриду, виду, способу застосування та норми внесення добрив, обробітку ґрунту, співвідношення поживних речовин [27, 142, 143, 167].

Норма добрив під запланований урожай встановлюється залежно від родючості ґрунту. Для отримання врожайності на рівні 5,0–7,0 т/га у зоні Лісостепу рекомендована норма добрив для кукурудзи становить $N_{90–120}P_{60–90}K_{90–100}$ [213, 255].

Досліджень, які вивчають особливості удобрення кукурудзи у зоні Лісостепу проведено небагато. За даними Рудавської Н., Гливи В. [140] удобрення кукурудзи у нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ підвищило врожайність на 30–38 % порівняно з неудобреними посівами.

За результатами досліджень Волощук О. П., Стасіва О. Ф. та ін. [23] збільшення норми добрив з $N_{120}P_{60}K_{60}$ до $N_{150}P_{90}K_{90}$ при вирощуванні кукурудзи підвищувало врожайність на 17,2–22,6 %.

В дослідженнях Гень С. [25], внесення добрив в нормі $N_{120}P_{90}K_{120}$ сприяло отриманню 8,18–8,70 т/га зерна кукурудзи.

У працях Танчика С., Центила Л. [161] застосування добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ збільшувало урожай на 24,7 %, а $N_{120}P_{120}K_{120}$ – на 30,6 %.

За дослідженнями Свидинюка І. [146] продуктивність гібридів кукурудзи у північному Лісостепу за удобрення $N_{135}P_{135}K_{180}$ становить 8,13–8,99 т/га залежно від гібриду та методу боротьби з бур'янами.

В умовах правобережного Лісостепу під впливом добрив, густоти та гібриду врожайність змінювалася від 5,08 до 13,4 т/га за даними Каленської з співавт. [52].

Дослідженнями Асанішвілі Н. М. [4] встановлено, що в умовах Лівобережного Лісостепу найефективнішою була технологія вирощування з внесенням мінеральних добрив в нормі $N_{180}P_{120}K_{180}$.

Незважаючи на дуже малі кількості, які засвоюються рослини, порівняно з основними елементами живлення, мікроелементи мають важливе значення, оскільки вони беруть участь у процесах фотосинтезу, дихання, вуглеводного, жирового та білкового обміну, утворення органічних кислот і ферментів. Більшість мікроелементів є каталізаторами хімічних реакцій (Fe, Mn, Mo, Cu, Zn та ін.). За оптимального забезпечення мікроелементами пришвидшується розвиток рослин і достигання насіння, підвищується посухо- та холодостійкість [31].

Мікроелементи не можуть бути замінені на інші речовини, а їх нестачу необхідно компенсувати. Рослини поглинають мікроелементи в рухомій водорозчинній формі, нерухома – може використовуватися після низки біохімічних процесів, як правило, тривалих. Надходження мікроелементів в рослину залежить від умов вирощування та від значення pH ґрунту, тому вони часто недоступні для рослин.

Нестача мікроелементів у ґрунті не спричиняє загибелі рослин, але призводить до порушення обміну речовин, поширення хвороб рослин, погіршення якості рослинницької продукції [132].

При застосуванні органічних добрив частково задовольняється потреба рослин у мікроелементах, оскільки 1 кг сухої речовини гною містить 201 мг марганцю, 96 мг цинку, 20 мг бору, 16 мг міді, 1 мг кобальту, 2 мг молібдену. Для порівняння зі 100 кг простого суперфосфату містить близько 4,5 мг міді, до 1,5 мг цинку, 1 мг марганцю, до 0,2 мг молібдену. Також необхідно врахувати, що з урожаєм сільськогосподарських культур щороку виноситься значна кількість мікроелементів, та їх вміст у ґрунті постійно зменшується. Зараз у виробництві застосовуються мінеральні макродобрива, які майже не містять мікроелементів, тому необхідно контролювати їх вміст у ґрунті та за потреби вносити мікродобрива [102].

Цинк є найважливішим мікроелементом у вирощуванні кукурудзи [197]. Він бере участь у диханні, синтезі білків та ауксинів, підвищує тепло-, посухо- та холодостійкість рослин. У фазу цвітіння цинк підвищує життєздатність пилку, що сприяє кращому запиленню. У кукурудзи, як рослини типу С4, покращується ефективність використання вуглекислого газу, що підвищує ефективність фотосинтезу [133]. Нестача цинку зменшує поглинання азоту, ріст рослин гальмується через скорочення довжини міжвузля. За нестачі цинку сходи кукурудзи мають білувато-зелене забарвлення. На листках молодих рослин між жилками утворюються світлі жовтуваті смуги, самі жилки при цьому залишаються зеленими [130, 227].

За дослідженнями Захарченко Е. А. [46] застосування Моноцинку та мікродобрив Нутрівант Плюс призводило до збільшення листкової поверхні та висоти рослин, сприяло підвищенню врожайності на 0,73–0,97 т/га.

На доступність цинку також впливає кислотність ґрунту. Найбільша його кількість у кислих ґрунтах, підвищення pH до нейтрального значення знижує доступність цього елемента [210].

Не менш важливим мікроелементом у вирощуванні кукурудзи є бор, який відповідає за зав'язування качанів, позитивно впливає на цвітіння та виповнення качанів зерном. Ознаками нестачі бору є маленькі, недорозвинені, часто викривлені початки, погане озернення качана. Міжвузля потовщені та вкорочені, листки меншого розміру. Ріст рослини гальмується, знижується урожайність, погіршуються якісні характеристики зерна. Четверта частина орних земель України є малозабезпеченою бором, а при внесенні рекомендованих норм NPK підживлення борними добривами потрібне при вирощуванні більшості сільськогосподарських культур [107, 266].

Мідь входить до складу ферментів, які відіграють важливу роль в окисно-відновних реакціях. Цей елемент впливає на інтенсивність фотосинтезу, утворення хлорофілу, підвищує стійкість рослин до грибних і бактеріальних хвороб. Достатній вміст міді збільшує вміст білка і цукру в зерні, сприяє збільшенню посухостійкості. Нестача міді може викликати хлороз листків, в першу чергу молодих, втрату тургору, в'янення, затримку росту стебел та утворення насіння [37, 127].

Залізо входить до складу ферментативної системи рослин, бере участь в окисному та енергетичному обмінах, утворенні хлорофілу. Кукурудза вимоглива до вмісту заліза в ґрунті. Симптомом нестачі заліза у рослин є міжжилковий хлороз, переважно молодих листків. Дефіцит заліза часто виявляється у ґрунтах з лужною реакцією [30].

Манган входить до складу різних ферментів, або активує їх роботу. Цей елемент знижує транспірацію, пришвидшує загальний розвиток рослин. З підвищенням рівня азотного живлення збільшується потреба в мангані, оскільки він бере участь в окисненні аміаку та відновленні нітратів. Нестача мангану насамперед виявляється на молодих листках, які вкриваються жовто-зеленими плямами з бурими і білими ділянками, на старих листках з'являється міжжилковий хлороз, на краях і верхівках листків – некроз, гальмується ріст рослин. У тканинах рослин порушується оптимальне співвідношення між

основними елементами живлення. Кукурудза чутлива до нестачі мангану, яка насамперед спостерігається на ґрунтах з pH > 6,5 [31].

Кобальт бере активну участь в окисно-відновних реакціях, енергетичному обміні, позитивно впливає на дихання, збільшує вміст хлорофілу. Завдяки впливу на синтез білків, вуглеводів кобальт є потужним стимулятором росту. Цей елемент впливає на накопичення цукрів та жирів в рослинах, зменшує розпад хлорофілу. Ознаки нестачі кобальту в рослинах схожі до азотного голодування [106].

Серед форм мікроелементів, які рекомендують для використання у сільському господарстві, виділяють: солі неорганічних кислот та їхні розчини (також оксиди металів, відходи промисловості), хелати (комплексонати металів), фрити (сплави солей зі склом тощо) та нанопрепарати. При внесенні солей неорганічних кислот відсоток засвоєння поживних елементів є невеликим, оскільки внаслідок реакції з ґрунтовими компонентами солі металів перетворюються у недоступну для рослин форму. Нанопрепарати є новою формою мікродобрив, ефективність якої доведена. Проте, недостатньо вивчений можливий вплив на мікроорганізми та екологію. Найбільшою ефективністю характеризується хелатна форма, в якій мікроелемент знаходиться в складі органічної молекули, що робить його доступним для рослин [85, 88, 134].

Безумовно, найефективнішим та основним способом удобрення сільськогосподарських рослин є внесення добрив у ґрунт. Відсоток і швидкість засвоєння поживних елементів з добрив при листковому підживленні є значно нижчим, ніж їх засвоєння через ґрунт. Рослини можуть засвоїти через листки лише невелику кількість поживних речовин. Також практикують допосівну обробку насіння мікродобривами [22, 109].

Позакореневі підживлення є економічно вигідним методом ліквідації нестачі елементів живлення, або нівелювання несприятливих умов середовища. Наприклад, при значенні pH 7,5 зменшується доступність фосфору, бору, марганцю та цинку, хоча в ґрунті може бути високий їх вміст. Низькі

температури погіршують засвоюваність азоту, фосфору, сірки, марганцю, цинку та заліза, а високі температури і посушливі умови знижують доступність калію, кальцію, міді та бору. Високий вміст кальцію та магнію порушує поглинання калію, надлишок заліза та марганцю блокують засвоєння фосфору, міді та молібдену [131].

Позакореневе удобрення необхідне при порушенні функціонування кореневої системи, для подолання стресових умов (температура, волога чи посуха), у критичні фази росту рослин, коли потреба поживних речовин є максимальною, для стимуляції росту рослин, підвищення якісних та кількісних показників врожаю.

У дослідженнях Лавриненка Ю. [79] з співавт. вказується, що приріст від обробки насіння мікродобривом «Сизам-Нано» та підживлення рослин кукурудзи «Грейнактив С» у фазу 7 листків становить 0,94–1,24 т/га залежно від гібриду.

Поліщук М.І. та Паламарчук О.Д. [128] відзначають вагомий вплив кліматичних умов на ефективність проведення позакореневого підживлення. Найвищу врожайність зерна кукурудзи було одержано за дворазового підживлення Моноцинк + Біомаг + Вимпел у фазу 5–7 та 10–12 листків – 8,18 т/га у гібрида ранньостиглої групи. Приріст врожайності залежно позакореневих підживлень та групи стиглості гібрида становив 0,72–1,50 т/га.

За даними Сухомуд Г. М., Адаменко Д. М., Кравець І. С. та Суханова С. В. [161] застосування мікродобрив впродовж вегетації ТМ «Актив-Харвест» підвищувало врожайність зерна кукурудзи на 0,95–1,05 т/га у зоні Лісостепу.

У дослідженнях Ласло О. О., Дяденко С. С. [82] позакореневе підживлення препаратом Мікро-Мінераліс у фазі 3–5 листків сприяло збільшенню врожайності на 0, 41 т/га.

За даними Худякова О. І. [173] застосування рідкого комплексного добрива «Оазис» у нормі 50 л/га забезпечує приріст урожайності 1,66–2,97 т/га та сприяє збільшенню вмісту білка в зерні кукурудзи.

Згідно з дослідженнями Заболотного О. І. [44] застосування листкового підживлення Рексоліном забезпечувало приріст врожайності – 7,8 % до варіанту без застосування гербіцидів (контроль - ручне прополювання), а обробка рослин Рексоліном та гербіцидом Базис 75 (20 г/га) сприяла підвищенню врожайності на 35,8 %.

Отже, ряд дослідників у різних грунтово-кліматичних зонах вивчали систему живлення кукурудзи, однак з виходом на ринок нових форм мінеральних добрив, мікродобрив вона потребує удосконалення і особливо в досліджуваній зоні.

1.2 Використання фунгіцидів для захисту кукурудзи від хвороб

Кукурудза менше уражується хворобами, на відміну від інших зернових культур, проте вони можуть завдати значної шкоди посівам. Недобори і втрати врожаю, внаслідок їх розвитку можуть сягати 30–50 %, крім цього, спостерігається погіршення якості врожаю [6, 84].

Подальший ріст виробництва кукурудзи тісно пов’язаний із зменшенням втрат через хвороби за допомогою комплексу організаційних та агротехнічних заходів, що дозволить максимально реалізувати генетичний потенціал сорту чи гібриду [144, 168].

На шкодочинність та розповсюдженість хвороб впливає багато факторів, основними з яких є умови навколишнього середовища, наявність патогенів та відносна стійкість рослини-господаря. При поєднанні цих чинників виникає ймовірність епіфітотій, на розвиток яких суттєво впливають кліматичні умови. Для більшості хвороб кукурудзи найсприятливішими умовами є висока вологість повітря та помірні температури. Диплодіоз може проявлятися за нестачі калію в ґрунті. Характерно, що більшість грибних хвороб кукурудзи не уражують інші культури, проте, збудник фузаріозу може розвиватися на культурах зернової групи [17, 34].

Найбільш поширеними та шкодочинними хворобами кукурудзи в умовах України є пухирчаста та летюча сажки, гельмінтоспоріоз, фузаріоз, іржа. Залежно від зони вирощування кукурудзи проявляються також кореневі та стеблові гнилі, пліснявіння насіння, бактеріоз, біль качанів та ін. [125].

Пухирчаста сажка (збудник – гриб *Ustilago zeae (Beckm.) Unger (*син. *U. maydis (DC) Corda*) проявляється на всіх органах рослин кукурудзи впродовж вегетації, крім підземних коренів. Збудник уражує рослину через механічні пошкодження, протягом вегетації поширюється теліоспорами. Зараженню сприяють шкідники, які можуть заносити у пошкоджені тканини теліоспори збудника. Ця хвороба поширена всюди, де вирощується кукурудза, особливо у зоні з нестійким та недостатнім зволоженням. За вегетаційний період кукурудзи збудник пухирчастої сажки може сформувати понад три покоління теліоспор, що пояснює найвищий ступінь ураження перед збиранням врожаю [36, 145]. Ураження пухирчастою сажкою впливає на висоту рослин, довжину качанів, їх озерненість та масу 1000 зерен. При 5% розвитку хвороби зменшуються показники врожайності, при 40 % – практично не формується врожай [7].

Летюча сажка (збудник гриб *Sphacelothecareiliana (Kühn) Clint (син. Sorosporium reilianum Mc Apl f. zeae Geschele; S. holci-sorghi (Riv.) Noesz*) поширена в всіх зонах вирощування кукурудзи, проте найбільше – у центральних та південних областях України. Проявляється на суцвіттях, волоті та качанах. Уражені органи перетворюються на чорну спорову масу, рослина не плодоносить. Кукурудза уражується при проростанні насіння, іноді до фази трьох листків [50, 100].

Заходи захисту від сажкових хвороб полягають у дотриманні сівозміни, оскільки збудник накопичується у ґрунті, вирощування стійких сортів та гібридів, протруєння насіння, захист від шкідників, збалансоване живлення рослин [163, 183].

Кореневі та стеблові гнилі спричиняються грибами з роду *Fusarium, Giberella, Helmintosporium, Sclerotinia, Diplodia* та ін. поширені в усіх кліматичних зонах вирощування кукурудзи. Розвиваються в основному на

початку та наприкінці вегетації на ослаблених рослинах внаслідок погодних стресів, механічних пошкоджень кукурудзи, при порушенні технології вирощування. Розвиток стеблових гнилей обмежуватиме оптимальний спосіб обробітку ґрунту, добір стійких сортів та протруєння насіння [57, 164].

Найбільша шкодочинність іржі (збудник – гриб *Puccinia sorghi Schw. (*син. *P. maudis Ber.)*) у південних та західних областях. Хвороба уражує листки, листкові піхви, іноді стебла. Проявляється впродовж вегетації, найбільш інтенсивно – у фазу викидання волоті – молочно-воскової стиглості. На листках спочатку з'являються малопомітні світло-жовтуваті плями, на яких пізніше під епідермісом формуються коричневі видовжені уредінії. Наприкінці вегетації кукурудзи з'являються чорні теліопустули, які розміщуються в вигляді довгастих плям. Шкідливість хвороби полягає в тому, що рослина витрачає енергетичні та пластичні речовини на зарубцювання ран, які утворилися при формуванні урединій і телій збудника. В результаті знижується продуктивність рослин, а за інтенсивного розвитку зменшується посухостійкість. Розвитку хвороби сприяє висока вологість повітря та надлишкове азотне живлення [8, 98, 99, 121].

У регіонах з достатнім зволоженням, особливо на Закарпатті поширений гельмінтоспоріоз (збудник – гриб *Setosphaeria turcica (Luttr.) K.J.* (анаморфа *Exserohilum turcicum (Pas) K.I. Leonard et Suggs.(*син.: *Helminthosporium turcicum Pass.)*) де він іноді спричиняє зниження врожайності від 25–30 % до 80–86 %. Розвитку хвороби сприяє тепла волога погода, рясні роси, забур'яненість посівів. [14]. На листках з'являються невеликі білуваті плями, які згодом буріють, еліпсоподібної форми з темно-коричневою, або червонувато-коричневою облямівкою. Плями часто зливаються та охоплюють значну частину листка, викликаючи її засихання та відмирання. У вологу погоду в центрі плям утворюється бурувато-оливковий наліт – конідіальне спороношення. Шкідливість хвороби полягає в передчасному відмиранні листя, що призводить до зниження врожаю. Сильно уражені рослини частіше уражуються стебловими гнилями. Інкубаційний період залежить від

фенологічної фази рослин і становить 7–11 діб. Заходи захисту передбачають підбір стійких сортів та гібридів, протруювання насіння, знищення пожнивних решток та бур'янів, які можуть бути резерваторами інфекції, застосування фунгіцидів. На стійкість рослин до гельмінтоспоріозу позитивно впливає достатнє забезпечення фосфором, калієм та мікроелементами [24, 65, 125, 236].

Диплодіоз (збудник — гриб *Diplodia zeae*) поширюється при високій температурі повітря та частих зливах у другій половині вегетації.

Фузаріоз качанів (збудник – гриб *Fusarium verticillioides (Sacc.) Nirenberg* (синонім – *Fusarium moniliforme J. Sheld., Gibberella moniliformis Wineland)*) проявляється в усіх регіонах вирощування кукурудзи. Ураження качанів відбувається починаючи з молочно-воскової стиглості, і може продовжуватись при зберігання зерна. На качані з'являється один, або декілька уражених осередків, які поступово збільшуються в розмірах. В центрі ураження з'являється поверхнева біла грибниця, яка вкриває бурі, без блиску, м'які зернівки, що легко ламаються та кришаться. На межі зі здоровими зернівками розвивається рожева пухка грибниця, яка поширюється спочатку між рядами зернівок, а потім охоплює всю поверхню качана. На уражених качанах здорові зовні зерна можуть бути інфікованими – прихована інфекція. Поширенню хвороби сприяє висока вологість повітря, тривалі і часті дощі. Фузаріоз, насамперед, розвивається на рослинах, які пошкоджені кукурудзяним метеликом, бавовниковою совкою та біллю [34, 101, 105]. Уражене насіння втрачає схожість, якщо навіть проростає, то проростки, як правило, гинуть, не досягаючи поверхні ґрунту [218]. Збудник паразитує на вегетативних та репродуктивних органах кукурудзи, пшениці, сорго, рису та проса, що сприяє накопиченню інфекції у ґрунті та ураження наступних культур у сівозміні [211, 267]. На поширення F. gramineanum, ймовірно, вплинула зміна клімату – потепління, особливо в зимовий період, або збудник адаптується до прохолодніших умов. Збільшення площ під кукурудзою також сприяло розширенню ареалу. Відомо, що ступінь ураження фузаріозом зернових культур зростає, якщо попередником є кукурудза. Тому, цю хворобу необхідно

розглядати в масштабі сівозміни [217]. Інтенсивність розвитку фузаріозу залежить від низки факторів, таких як стійкість сорту чи гібриду, пошкодження шкідниками, група стиглості сорту, погодні умови [114, 116, 251, 261].

Шкідливість фузаріозу виявляється у зниженні врожайності та якості зерна. Гриби, що розвиваються, у процесі життєдіяльності виділяють шкідливі речовини – мікотоксини. Годівля тварин, особливо свиней, ураженим зерном викликає блювоту, відмову від корму, набряк легень, репродуктивні порушення та ін. Наявність мікотоксинів у зерні може викликати рак стравоходу людини. Під особливою загрозою діти молодшого віку, раціон яких насичений злаками [2, 141, 180, 192].

До найбільш поширених мікотоксинів, які виділяють гриби з роду Fusarium належать фумонізини, Т-2 токсин, зеараленон та дезоксіваленол (ДОН або вомітоксин). Фумонізини провокують захворювання центральної нервової системи, викликають набряк легень, ураження печінки, нирок та підшлункової залози. Їх класифікують як потенційні канцерогени, та пов’язують з раком стравоходу в людей [191, 248, 250].

Дезоксіваленол (ДОН) викликає відмову від корму та блювоту, звідси і назва токсину (vomit англ. – блювота). Цей мікотоксин часто викликає анорексію. ДОН може знижувати імунітет тварин, а також накопичуватися у яйцях та молоці. Найбільш чутливі до ДОН свині, птиця і жуйні.

Т-2 токсин уражує серцево-судинну і нервову систему, викликає виразку шлунку, кровотечі, гастроентерит, геморагії [141, 194, 231]. Мікотоксини з групи трихотеценів (ДОН та Т-2 токсин) є одними з найбільш небезпечних для людей.

Проблема зараження зерна кукурудзи мікотоксинами актуальна для усього світу: США, Європи, Бразилії, Китай, та ін. [206, 207, 229, 241, 254, 271].

Згідно досліджень, проведених впродовж 2008 – 2012 рр., 9,9 – 17,0 % партій кормів шести областей західної України були уражені мікотоксинами. Частка кукурудзи, ураженої мікотоксинами становила 38,7–63,1 % залежно від року досліджень [15].

За даними Камінської О. В. з співавт. [53] вміст мікотоксинів у зерні кукурудзи не перевищував максимально допустимих рівнів в осінній період, проте при зберіганні – підвищувався до максимально допустимих рівнів залежно від періоду року. В результаті ураження мікотоксинами 11,7 % партій зерна кукурудзи були не придатними для експортування, продовольчих та технічних потреб, 6,5 % – для кормових цілей.

Сприяти зниженню вмісту мікотоксинів можна шляхом контролю над хворобами. Необхідно дотримуватись сівозміни, подрібнення на заорювання рослинних решток, протруєння насіння, у разі потреби використовувати фунгіциди. Застосування фунгіцидів у боротьбі з фузаріозом колоса пшениці з діючими речовинами групи триазолів, азоксистробіну та їх поєднання значно знижувало вміст мікотоксинів [231, 253].

Існують дослідження, що на рівень вмісту мікотоксинів впливає система удобрення, а точніше надлишок добрив. За даними Szulc P. та ін. [238, 256, 264] азотні добрива пригнічують синтез фумонізину – мікотоксину, який є небезпечним для людей та тварин, проте надлишок азоту сприяє їх накопиченню [198, 232, 245].

Дослідження з вивчення застосування фунгіцидів на посівах кукурудзи демонструють, що вміст мікотоксинів у зерні значно знижувався [194, 221, 225, 230]. Проте є дані, що вплив фунгіцидів на вміст мікотоксинів, які утворює Fusarium verticillioides суперечливий, а в деяких випадках може провокувати зростання їх кількості [222, 224].

В умовах Італії обробка посівів кукурудзи фунгіцидом сумісно з інсектицидом сприяла значному зниженню вмісту мікотоксинів у зерні кукурудзи [214, 246].

За даними Оменюка В. Я. та Антоненка О. Ф. [115] проведення фунгіцидної обробки Амістаром Екстра 280 SC проти фузаріозу качанів кукурудзи знижувало розвиток хвороби на 13,3–15,9 %, за рахунок чого отримали збільшення врожаю на 0,6–0,8 т/га зерна залежно від гібриду.

Застосування інсектициду додатково підсилювало захист рослин на 7,4–10,6 % залежно від гібриду.

В дослідженнях Сизька Ф. Ф. [152] застосування Амістару Екстра к.с. та Аканто Плюс к.с. сприяло підвищенню врожайності зерна кукурудзи на 0,6–0,9 т/га, відповідно.

Обробки кукурудзи фунгіцидами з групи стробілуринів, триазолів та їх комбінацій знижували ураженість кукурудзи іржею на 20–30 % [208, 216, 223]. Також позитивні результати отримали інші дослідники при обробці фунгіцидами проти гельмінтоспоріозу. Найвищу ефективність спостерігали при обприскуваннях починаючи з фази подовжування стебла до викидання волоті [205, 209, 269].

Дослідники вказують на позитивний вплив фунгіцидних обробок на врожайність кукурудзи, яка збільшується на 5–7 % і більше [258, 274], навіть за умов низького рівня розвитку хвороб [244]. Найбільшу економічну вигоду відзначають при проведенні обробок у фазі викидання волоті [268].

У дослідженнях P. A. Paul з співавторами [252] застосування фунгіцидів при вирощуванні кукурудзи підвищувало врожайність зерна на 0,23–0,39 т/га.

У праці Т. В. Глушко та Д. П. Войташенко [28] встановлено, що застосування фунгіциду Абакус сприяє підвищенню врожайності на 6,24–11,45 % залежно від гібриду та погодних факторів року досліджень.

Застосування фунгіцидів при вирощуванні кукурудзи у даний час не має широкого поширення через зростання матеріальних витрат. Однак, розмір збереженого врожаю дає привід дослідити ефективність їх використання.

1.3 Десикація як елемент технології вирощування кукурудзи

Збирання врожаю кукурудзи можна проводити при вологості зерна не більше 25–30 %. Внаслідок інтенсивної роботи комбайнів та післязбиральної обробки при вологості 25 % зерно зазнає різноманітних травм та пошкоджень. У травмованого насіння знижується схожість та життєздатність, вихід готової

продукції. Пошкодження оболонки насінини сприяє легшому проникненню патогенів. Таке зерно гірше зберігається та схильне до псування. Серед зернових культур кукурудза найбільш схильна до травмування як механічного так і теплового. Тому збирання рекомендовано проводити при 12–22 % вологості зерна [9, 69].

На вологість зерна кукурудзи перед збиранням великий вплив мають погодні умови. Прохолодна погода під час вегетаційного періоду може подовжувати вегетацію кукурудзи та сповільнювати вологовіддачу зерном. Зниження температур та волога погода під час дозрівання кукурудзи також сповільнює зниження вологості зерна, що призводить до затримки збирання врожаю, а це, в свою чергу, може затримувати сівбу озимих культур. На зниження вмісту вологи в зерні кукурудзи впливає група стиглості гібриду та його індивідуальні особливості такі як щільність прилягання обгорток до качана, тип, розміри і маса зерна [71, 138, 249].

Встановлено, що середньодобова швидкість вологовіддачі становить 0,8–1,2 % при вологості зерна 35–40 %; 0,5–0,7 % при 30–35 % та 0,3–0,4 % при вологості зерна 25–30 % за сприятливих погодних умов. Однак, за даними Інституту сільського господарства степової зони НААНУ, при затримці збору врожаю на десять діб втрати становлять до 4 %, на 20-й день – до 10 %, на 30-й день – до 17 %. Проте, затримування збирання врожаю з метою зниження вологості може мати і зворотний ефект в сторону збільшення при несприятливій погоді за рахунок поглинання вологи. Окрім цього, можливий розвиток хвороб та шкідників, що має негативні наслідки [66, 179, 68].

За даними В. О. Азуркіна та І. М. Дідура [1] інтенсивність віддачі вологи зерном залежить від гібриду та знижується при збільшенні норм азотних добрив. Встановлено, осінні приморозки можуть суттєво знижувати посівні якості насіння та врожайність [67], тому проведення десикації може частково вирішувати цю проблему та забезпечити рівномірне достигання зерна, можливість збору врожаю у стислі терміни [157, 158, 172, 178].

Десикація (від лат. *desiccate* – висушувати) – це передчасне підсушування рослин з метою пришвидшення їх достигання. Цей технологічний прийом дозволяє полегшити та зібрати врожай в оптимальні строки. Особливого значення десикація набуває в прохолодних та вологих умовах в період достигання зерна [31, 171]. Десикацію широко застосовують на багатьох культурах таких як соя, соняшник, ріпак, горох, рис, картопля та інші. Проведення десикації полегшує збір врожаю, особливо на забур'янених посівах, що зменшує втрати при обмолоті, зберігає врожай від хвороб (сіра гниль на соняшнику), підвищує олійність в ріпаку, сприяє затвердінню шкірки бульб картоплі [21, 70, 156, 228]. Важливо правильно обрати час проведення десикації. Застосування десикантів до настання фізіологічної стиглості зерна може негативно впливати на врожайність. У гібридів кукурудзи ранньостиглої та середньостиглої групи показником настання фізіологічної стиглості є утворення «чорної точки» у місці прикріплення насінини, яка вказує на те, що накопичення пластичних речовин завершується. У гібридів середньопізньої групи сигналом для проведення десикації є підсихання 2–3 верхніх листків [6, 43].

Для проведення десикації в основному використовують препарати на основі диквату, гліфосату та глюфосинату амонію, які мають різний механізм дії. Діюча речовина дикват є контактною і не проникає в кореневу систему рослин, характеризується швидким проникненням в рослину – вже через 30 хв після обробки препарат не змивається. За допомогою сонячного світла діюча речовина проходить низку перетворень, в результаті чого утворюється перекис водню, який окислює мембрани клітин. Вміст клітин вивільняється і відбувається випаровування вологи. Дикват відносно швидко діє на рослини, вже через 5–7 днів можна збирати врожай. Оскільки дикват контактний препарат, його дія не поширюється на багаторічні бур'яни. Особливістю застосування препаратів на основі диквату є достатній об'єм робочої рідини, щоб обробити всю поверхню рослин. Важливо також не допустити стікання препарату [159]. Препарати з глюфосинатом амонію діє повільніше ніж дикват,

але швидше ніж гліфосат. Механізм їх дії полягає у тому, що надлишок аміаку блокує фермент глютамін-синтетазу, що призводить до накопичення етилену та сприяє припиненню фотосинтезу. Препарат частково переміщується в рослині, тому матиме вплив на багаторічні бур'яни. Його дія схожа до природнього висихання рослин. Опади, впродовж 6 годин після обробки препаратом знижують ефективність. Збирати врожай можна через 10–14 днів після проведення обприскування [111].

Гліфосат належить до гербіцидів суцільної дії, який використовують в якості десиканту. Діюча речовина проникає в кореневу систему рослин, зупиняючи синтез амінокислот. Особливістю є повільніша дія, на відміну від диквату, та поступове і рівномірне зниження вологості. Застосування препаратів на основі гліфосату допоможе у боротьбі з багаторічними бур'янами, що полегшує підготовку поля для наступних культур. Максимальне зниження вологості спостерігається через 14 днів після проведення десикації [43, 170]. Зниження температури до + 10 °С сповільнюють дію гліфосату та глюфосинату амонію [95, 153].

Застосування диквату в умовах Китаю знижувало вологість зерна кукурузи на 2–9 % залежно від гібриду та концентрації препарату [276, 277]. Схожі результати отримав Magalhães, P. C. з співаторами [242] які встановили, що застосування диквату за 14 днів до фізіологічної стиглості зерна кукурудзи (чорна точка) негативно впливає на врожайність, що підтверджує важливість ремобілізації поживних речовин з стебла та листків [270]. Обробка кукурудзи Roundup Mega в умовах Угорщини також знижувала вологість зерна кукурудзи на 2–6 % залежно від гібриду [262]. У дослідженнях P. Crane [212] в умовах США для переджнивного підсушування рослин використовували ендотал. Виявлено невисоку, але статистично значущу різницю. За даними інших дослідників, використання хлорату натрію прискорило можливість збирання кукурудзи на 1–3 тижні [226].

Отже, досліджень з вивчення застосування десикантів на кукурудзі проведено дуже мало, а хімічна промисловість щорічно пропонує нові

препарати для сільськогосподарського використання. Дане питання є особливо актуальним для нашої зони достатнього зволоження з метою зниження передзбиральної вологості зерна кукурудзи та економічної доцільності його застосування, що спонукало нас до проведення досліджень.

Висновки до розділу 1:

1. Одним з ключових факторів на врожайність кукурудзи є система живлення рослин у якій частка вплиу становить 30-40 %. Ряд вітчизняних і зарубіжних вчених у різних грунтово-кліматичних зонах досліджували ефективність системи удобрення кукурудзи за рахунок основного і позакореневого застосування мінеральних добрив та мікродобрив. Однак такі дослідження необхідно удосконалювати з урахуванням нових форм, норм внесення, термінів застосування за етапами органогенезу і груп стиглості гібридів кукурудзи та їх біологічних вимог.

2. Насичений ринок новими засобами захисту рослин кукурудзи дає можливість впливати на збереження врожайності і якості зерна даної культури, однак визначає економічну складову виробництва і рентабельність конкретного господарства. Застосування фунгіцидів нового покоління є ефективним заходом в боротьбі з хворобами, однак вимагають наукового обгрунтування їх переваг.

3. Десикація посівів кукурудзи – перспективний технологічний захід, завдяки якому можна мінімізувати травмування зерна, вчасно звільнити поле під наступні культури та швидше вийти на ринок з урожаєм.

Ці питання сьогодні цікавлять виробників і вимагають грунтовних пояснень науки.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунт дослідної ділянки

Територія проведення дослідів розташована у зоні Лісостепу Західного. Ґрунти Хмельницької області представлені чорноземами типовими – 37,3 %, темно-сірими та чорноземами опідзоленими – 36,3 %, світло-сірими та сірими опідзоленими – 18,9 %, лучними та болотними – 4,8 %, дерновими, дерново-підзолистими та іншими – 2,7 %. Переважаюча більшість (73,6 %) вважаються найбільш родючими в Україні та світі [49].

Чорноземи – це родючі ґрунти, що сформувались під багаторічною трав'янистою рослинністю на лесах, або лесоподібних суглинках. Характеризуються зернистою, або грудкуватою структурою, відмінними фізико-хімічними властивостями і мають нейтральну, або близьку до нейтральної кислотність яка є оптимальною для більшості сільськогосподарських культур [110].

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибокий малогумусний, материнська порода – лесовидний суглинок (табл. 2.1). Характеризуються наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу – 3,21–3,29 %, забезпечення азотом (за методом Корнфільда) низьке – 116–119 мг/кг ґрунту, рухомими сполуками фосфору (за методом Чирикова) середнє – 91–97 мг/кг ґрунту, і калію високе – 81–89 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину нейтральна pH – 6,4–6,5, гідролітична кислотність – 0,69–0,71 мг-екв./100 г ґрунту. Ємність поглинання 20,4–20,9 мг-екв./100 г ґрунту, переважають катіони кальцію та магнію. За сумою увібраних основ забезпеченість висока. Гранулометричний склад середньосуглинковий з переважанням пилу і мулу. Структура ґрунту в гумусовому шарі горіхувата, нижче – призматична.

Таблиця 2.1

Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки (2018–2020 рр.)

Показник	Рік		
	2018	2019	2020
Вміст гумусу, % (за методом Тюріна)	3,27	3,29	3,21
pH сольове (потенціометричний метод)	6,5	6,8	6,7
Гідролітична кислотність (Hr), мг-екв./100 г ґрунту (за методом Каппена)	0,70	0,69	0,71
Лужногідролізований азот, мг/кг ґрунту (за методом Корнфілда)	116	118	119
Вміст рухомого фосфору, мг/кг ґрунту (за методом Чирикова)	95	91	97
Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту (за методом Чирикова)	87	89	81
Сума увібраних основ, мг-екв./100 г ґрунту (за методом Каппена)	20,4	20,8	20,9

Ґрунт дослідної ділянки характеризується середньою забезпеченістю поживними речовинами, добрими агрофізичними властивостями та оптимальною кислотністю і є придатним для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи.

2.2 Кліматичні умови в роки проведення досліджень

Лісостепова зона характеризується достатньою кількістю опадів, інколи навіть надмірною та помірними температурами повітря. Клімат помірно-континентальний, достатньо вологий, м’який. Зима малосніжна, нестійка, порівняно тепла. Літо тепле та помірно вологе. Континентальність зростає із

заходу на схід. Середня річна температура повітря становить 7,4–8,6 °С, середня температура у січні – мінус 1,6–3,8 °С, у липні – 18,5–19,9 °С.

За середніми багаторічними даними перші осінні заморозки починаються в першій-другій декаді жовтня. Останні заморозки весною спостерігаються у другій – третій декаді квітня, інколи на початку травня. Тривалість вегетаційного періоду становить 209–227 днів з кінця березня – початку квітня до кінця жовтня – початку листопада. За цей період сума позитивних температур становить 2925–3190 °С. Кількість днів з активними температурами (середньодобова температура повітря 10 °С і вище) становить в середньому 163–172 дні, в окремі роки – 140–210 днів. Сума активних температур за цей період становить 2460–2600 °С [26, 97].

Впродовж останніх десятиліть у світі спостерігається підвищення середньої температури повітря. Ці зміни не оминули й Україну. Середня річна температура на території Кам'янець-Подільського району становить 7,6 °С. У 2018 році спостерігаємо її підвищення на 1,1 °С, а у 2019 та 2020 рр. – на 2,9 °С (табл. 2.2, рис. 2.1).

У 2018 р. у зимовий період температура повітря зросла на 1,0–4,1 °С порівняно з середніми багаторічними показниками. Березень був прохолоднішим, температура повітря становила –0,2 °С. Проте у квітні середньомісячна температура становила 13,9 °С, що більше від середньо-багаторічних показників на 6,1 °С. В окремі дні температура сягала 25,3–27,3 °С. Впродовж вегетаційного періоду (з травня по жовтень) 2018 р. температура повітря була вищою на 1,1–3,4 °С ніж середні багаторічні значення.

У 2019 р. спостерігали ще більше підвищення температур. У лютому відхилення температури від середньої багаторічної становило 5,5 °С. Підвищення температур спостерігалося впродовж року. Відхилення від середніх багаторічних температур становило 0,6–4,6 °С.

Таблиця 2.2

Розподіл температури повітря впродовж досліджуваних років (за даними Кам'янець-Подільського метеопосту) (2018–2020 рр.), °С

Місяць	Середньо-багаторічний показник	2018	Відхи-лення	2019	Відхи-лення	2020	Відхи-лення
I	-5,3	-1,2	4,1	-3,4	1,9	-0,3	5,0
II	-3,8	-2,8	1,0	1,7	5,5	2,3	6,1
III	1,1	-0,2	-1,3	5,5	4,4	5,5	4,4
IV	7,8	13,9	6,1	10,1	2,3	9,3	1,5
V	14,4	17,8	3,4	15,1	0,7	12,7	-1,7
VI	17,2	19,7	2,5	21,8	4,6	20,0	2,8
VII	19,2	20,3	1,1	19,8	0,6	20,0	0,8
VIII	18,5	21,6	3,1	21,1	2,6	21,4	2,9
IX	14,2	16,1	1,9	16,0	1,8	17	2,8
X	8,7	11,0	2,3	10,1	1,4	12,7	4,0
XI	2,2	2,2	0	6,8	4,6	4,3	2,1
XII	-2,5	-1,6	0,9	1,7	4,2	1,4	3,9
За рік	7,6	9,7	2,1	10,5	2,9	10,5	2,9

2020 р. характеризувався дуже теплою зимою. Середньомісячні температури становили –0,3 та 2,3 °С. Відхилення становило 5,0 та 6,1 °С від середніх багаторічних. Березень і квітень були теплішими від середніх багаторічних на 1,5–4,4 °С, а ось температура у травні була нижчою за середню багаторічну – 12,7 °С. Температура повітря у літні місяці була наближеною до середніх багаторічних, відхилення становило 0,8–2,9 °С. В осінні місяці середньомісячна температура була вищою від середніх багаторічних на 2,1–4,0 °С.

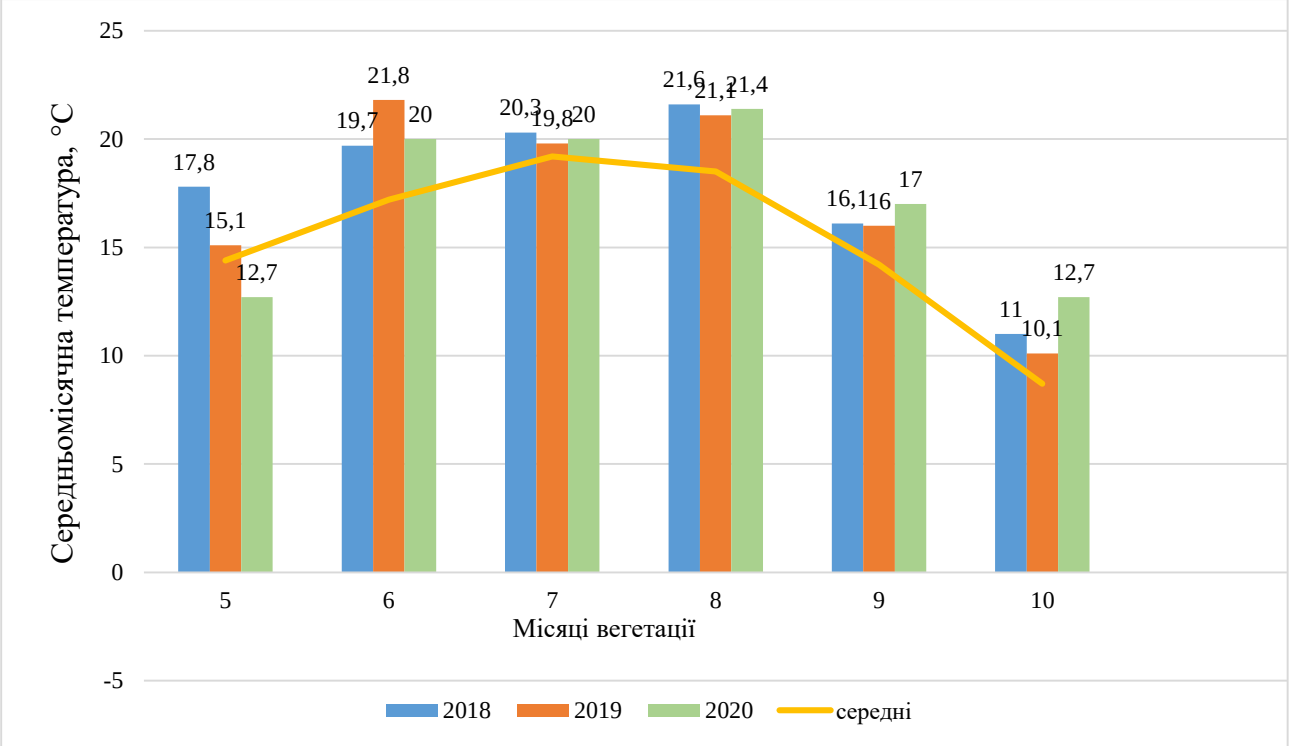

Рис. 2.1 **Температура повітря у період травень–жовтень (2018–2020 рр.), °С**

Велике значення для сільського господарства має достатня кількість опадів, від яких значною мірою залежить врожайність культур. Середня багаторічна кількість опадів у зоні Лісостепу коливається в межах 580–694 мм за рік. Близько 70 % опадів від річної норми випадає в теплий період року. Висока ймовірність помірної атмосферної засухи – 90 % на більшій частині територій Лісостепу Західного. За період квітень – жовтень кількість днів з суховіями становить 1–6, проте бувають роки коли суховії не спостерігаються. Характер опадів різний – спостерігаються сильний дощ, грал, зливи, сильний вітер.

Середня висота снігового покриву за зиму становить 5–18 см, максимальна сягала 55–58 см. Тривалість залягання снігового покриву в середньому становить 61–91 день. Глибина промерзання ґрунту становить 13 – 38 см за зиму в середньому, максимальна – 103–117 см. Останніми десятиліттями часто спостерігаються зими без постійного снігового покриву або й зовсім без нього. Характерними є відлиги, які сприяють утворенню льодяної кірки на полях, що негативно впливає на озимину [26, 45].

Розподіл опадів у роки проведення досліджень також відрізнявся від середніх багаторічних значень (табл. 2.3, рис. 2.2).

Таблиця 2.3

Розподіл опадів впродовж досліджуваних років (за даними Кам'янець-Подільського метеопосту) (2018–2020 рр.), мм

Місяць	Середньо-багаторічний показник	2018	Відхи-лення	2019	Відхи-лення	2020	Відхи-лення
I	27	23	-4	43	16	14	-13
II	27	34	7	23	-4	36	9
III	27	62	35	19	-8	27	0
IV	48	16	-32	49	1	20	-28
V	66	31	-35	139	73	70	4
VI	84	113	29	198	114	155	71
VII	85	118	33	47	-38	39	-46
VIII	68	23	-45	26	-42	31	-37
IX	50	21	-29	11	-39	120	70
X	40	31	-9	14	-26	62	22
XI	38	33	-5	21	-17	10	-28
XII	32	59	27	28	-4	36	4
Сума за рік	592	564	-28	617	25	620	28

У 2018 р. опадів було менше порівняно з середніми багаторічними значеннями на 28 мм. У квітні випало 16 мм опадів, що на 67% нижче від середніх багаторічних значень, у травні – 31 мм, відхилення становить 57 %.

У черні та липні випало 113 та 118 мм, що більше від середніх багаторічних значень на 34 та 39 %. Характер опадів був нерівномірним – посушливі періоди змінювали зливові дощі з градом.

У серпні та вересні спостерігали зниження кількості опадів до 23 та 21 мм, що на 66–29 % менше порівняно з середніми багаторічними показниками.

У лютому та березні 2019 р. спостерігали зменшення кількості опадів на 15–30 % порівняно з середніми багаторічними. У квітні кількість опадів була в межах норми. У травні та червні спостерігали перевищення місячної норми опадів у 2,1–2,3 рази. У липні кількість опадів була меншою на 45 %, у серпні – на 62 %, у вересні – на 78 % порівняно з середніми багаторічними даними.

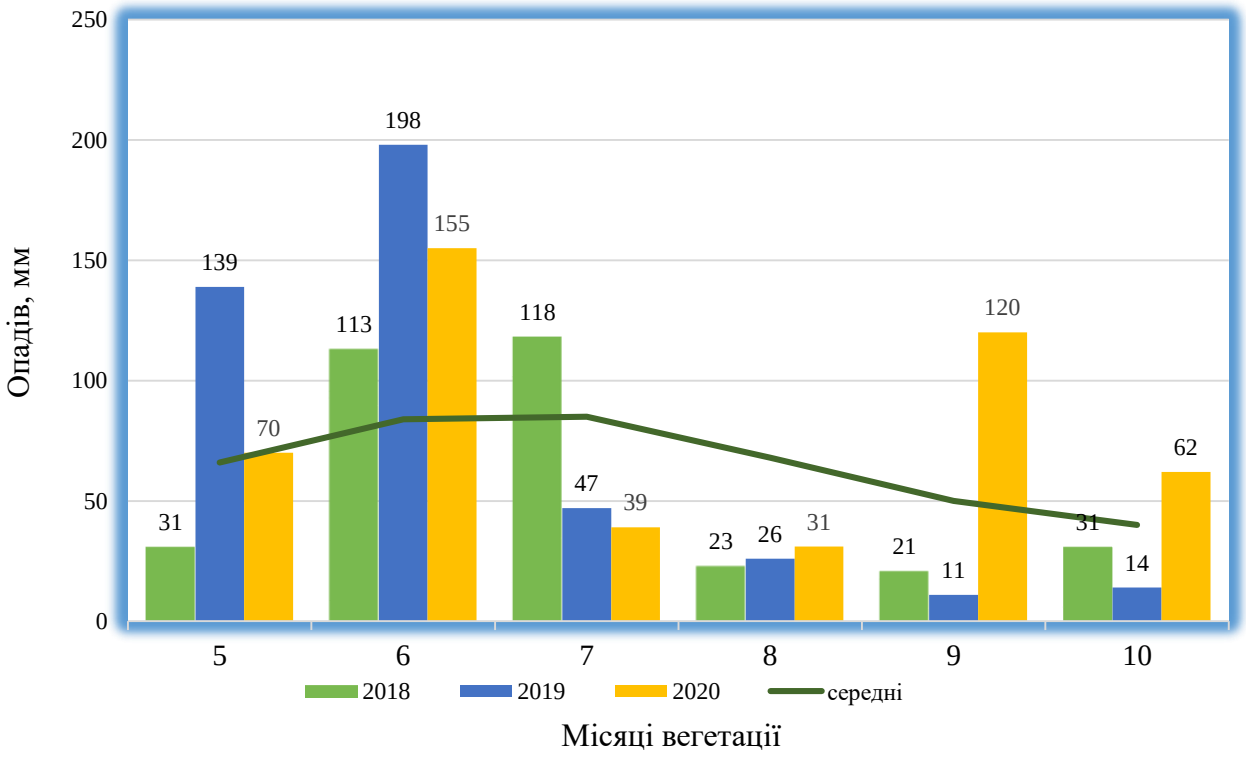

Рис. 2.2 **Розподіл опадів впродовж вегетаційного періоду за роки досліджень (2018–2020 рр.), мм**

У березні 2020 р. кількість опадів дорівнювала середньому багаторічному значенню. У квітні випало 20 мм опадів, що на 58 % нижче від середніх показників. Травень характеризувався достатньою кількістю опадів. У червні перевищення місячної норми опадів було у 1,8 раз. У липні та серпні кількість опадів була меншою від середніх значень, відхилення від норми становило 54 %.

Осінь 2020 р. була вологою. У вересні випало 120 мм опадів, що у 2,4 рази перевищує середні багаторічні показники, у жовтні – 62 мм, що на 73 % більше від норми. А у листопаді випало всього 10 мм опадів, при середньому багаторічному значенні 38 мм.

2.3 Матеріал та методика проведення досліджень

Дослідження проводили впродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі науково-виробничого центру «Поділля» Подільського державного аграрно-технічного університету, який розташований у північній околиці м. Кам'янець-Подільський Хмельницької області.

У дослідах використовували гібрид компанії Limagrain «LG 3258». ФАО 250, середньоранній, кременисто-зубовидний універсального призначення – на зерно та силос. Цей гібрид характеризується ремонтантністю (stay green) – здатністю зберігати зелене забарвлення за підвищеної вологості вегетативними органами рослин кукурудзи після настання повної стиглості насіння, що позитивно впливає на продуктивність. Гібрид має високий потенціал врожайності зерна, інтенсивного типу, високий вміст крохмалю в зерні. Рослини кукурудзи досягають у висоту 2,5 м, середня кількість рядів зерен – 14–16, середня кількість зерен в ряду – 32. Маса 1000 зерен становить 310 г. Гібрид характеризується такими показниками (оцінка за шкалою від 1 до 9 балів): потенціал урожайності зерна у групі середньоранніх гібридів – 9 балів, має високу толерантність до посухи та інших стресових факторів – 9 балів, високу стійкість до вилягання – 8 балів, швидкість вологовіддачі – 8 балів, енергія початкового росту – 9 балів. На генетичному рівні у гібриду висока стійкість до ураження пухирчастою сажкою – 9 балів та фузаріозу – 8 балів. Рекомендована густота на момент збирання у зоні достатнього зволоження – 70–80 тис. рос./га, у зоні недостатнього зволоження 60–70 тис. рос./га, у посушливій зоні – 50–55 тис. рос./га.

Дослід 1. *Вплив основного внесення добрив та позакореневого підживлення на врожайність та якість зерна кукурудзи.* У досліді вивчали три норми мінеральних добрив. З азотних добрив використовували карбамід (вміст $N_{46,2}$) і аміачну селітру (вміст $N_{34,4}$) у співвідношенні 1:1, з фосфорних – амофос (вміст $P_{52,}$ вміст N_{12}), з калійних – хлористий калій (вміст K_{60}). Фосфорні та калійні добрива вносили під зяблеву оранку, азотні – під передпосівну культивацію (вміст азоту з амофосу враховано при внесенні азотних добрив весною). Для позакореневого підживлення використовували суміш мікродобрив Рексолін АВС (2,0 л/га) + Maize boost (0,2 кг/га), 5%-й розний карбаміду (вміст $N_{46,2}$) та 5%-й розчин сульфату магнію – $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (вміст MgO_{16}) 5 %-й розчин.

Рексолін АВС – водорозчинна суміш хелатів заліза, марганцю, міді, цинку, молібдену та бору для листкового та ґрунтового застосування. Його використовують для корекції та профілактики дефіциту поживних мікроелементів. Мікроелементи є в хелатній формі ЕДТА (етилендіамінтетраоцтової кислоти), крім магнію, бору та молібдену. Хімічний склад Рексолін АВС: 9% - MgO, 7% - SO_2, 4% - Fe, 0,5% - B, 0,1% - Mo, 4,0% - Cu, 1,5% - Zn, 0,03% - Co. Норма витрати – 2, 0 л/га. Продукт стабільний при pH 3,5–6,5. Застосовується для широкого спектру польових та садових культур.

Maize boost – рідке добриво, що містить фосфор, калій, магній та цинк у високих концентраціях для проведення листкового підживлення кукурудзи для профілактики або усунення дефіцитів поживних елементів. Добриво містить 29,5 % - $P_2O_{5,}$ 5% - K_2O, 4,5% - MgO, 3,1% - Zn. Дозволяється змішування з багатьма агрохімікатами. Для підживлення кукурудзи у досліді використовували 0,2 кг/га добрива.

Схема польового досліду 1:

Фактор А: норма добрив	Фактор В: Фаза обробки (ВВСН)	Фактор С: позакореневе підживлення
$N_{80}P_{40}K_{60}$	Контроль	Без обробок
	10 листків (20)	Мікродобрива
		Мікродобрива + карбамід
		Мікродобрива + карбамід + сульфат магнію
	викидання волоті (59)	Мікродобрива
		Мікродобрива + карбамід
		Мікродобрива + карбамід + сульфат магнію
	після цвітіння (69)	Мікродобрива
		Мікродобрива + карбамід
		Мікродобрива + карбамід + сульфат магнію
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль	Без обробок
	10 листків (20)	Мікродобрива
		Мікродобрива + карбамід
		Мікродобрива + карбамід + сульфат магнію
	викидання волоті (59)	Мікродобрива
		Мікродобрива + карбамід
		Мікродобрива + карбамід + сульфат магнію
	після цвітіння (69)	Мікродобрива
		Мікродобрива + карбамід
		Мікродобрива + карбамід + сульфат магнію
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль	Без обробок
	10 листків (20)	Мікродобрива
		Мікродобрива + карбамід
		Мікродобрива + карбамід + сульфат магнію
	викидання волоті (59)	Мікродобрива
		Мікродобрива + карбамід
		Мікродобрива + карбамід + сульфат магнію
	після цвітіння (69)	Мікродобрива
		Мікродобрива + карбамід
		Мікродобрива + карбамід + сульфат магнію

Дослід 2. *Врожайність кукурудзи залежно від застосування фунгіцидів в умовах Лісостепу Західного України.* У досліді з вивчення застосування фунгіцидів при вирощуванні кукурудзи обробку рослин проводили у фази 10

листків, викидання волоті, після цвітіння, наливу зерна (ВВСН 20, 59, 69, 75) та їх комбінацій. Кількість обробок препаратами від 1 до 4 разів.

Схема польового досліду 2:

№	Фактор А: Фунгіцидні обприскування	
	Фаза обробки	ВВСН
1	Контроль	–
2	10 листків (Абакус, 1,5 л/га)	20
3	Викидання волоті (Абакус, 1,5 л/га)	59
4	Після цвітіння (Абакус, 1,5 л/га)	69
5	Налив зерна (Абакус, 1,5 л/га)	75
6	10 листків (Абакус, 1,5 л/га); викидання волоті (Коронет, 0,7 л/га)	20 ; 59
7	10 листків (Абакус, 1,5 л/га); після цвітіння (Коронет, 0,7 л/га)	20 ; 69
8	10 листків (Абакус, 1,5 л/га); налив зерна (Коронет, 0,7 л/га)	20 ; 75
9	Викидання волоті (Абакус, 1,5 л/га); після цвітіння (Коронет, 0,7 л/га)	59 ; 69
10	Викидання волоті (Абакус, 1,5 л/га); налив зерна (Коронет, 0,7 л/га)	59 ; 75
11	10 листків (Абакус, 1,5 л/га); викидання волоті (Коронет, 0,7 л/га); після цвітіння (Кустодія, 0,9 л/га)	20 ; 59 ; 69
12	Викидання волоті (Абакус, 1,5 л/га); після цвітіння (Коронет, 0,7 л/га); налив зерна (Кустодія, 0,9 л/га)	59 ; 69 ; 75
13	10 листків (Абакус, 1,5 л/га); викидання волоті (Коронет, 0,7 л/га); після цвітіння (Кустодія, 0,9 л/га); налив зерна (Аканто, 1,0 л/га)	20 ; 59 ; 69 ; 75

Абакус – двокомпонентний фунгіцид, має різний механізм дії та розподілу діючих речовин. Епоксиконазол (62,5 г/л) активно поглинається листовою пластиною та системно переміщується у рослині, має захисну та

лікувальну дію. Механізм дії полягає у порушенні процесу формування клітинних мембран міцелію, та, як наслідок, неможливість розвитку патогена. Піраклостробін (62,5 г/л) пригнічує ріст міцелію та спороношення у грибів шляхом інгібування дихання. Ця речовина концентрується на поверхні листка та поступово перерозподіляється по міжклітинниках – трансламінарна дія. Піраклостробін характеризується позитивним впливом на розвиток рослин за рахунок інгібування синтезу етилену. Обидві діючі речовини володіють високими захисними властивостями. Препаративна форма – суспо-емульсія, норма витрати – 1,5 л/га [62].

Коронет – комбінований фунгіцид мезосистемно-системної дії проти широкого спектру хвороб. Володіє високою профілактичною та лікувальною дією проти іржі та гельмінтоспоріозу кукурудзи. Трифлоксістробін (100 г/л) належить до стробілуринів, – порушує процес дихання в мітохондріях клітин патогена. Тебуконазол (200 г/л) належить до триазолів, його дія полягає у пригніченні розвитку гіфів та грибниці за рахунок порушення біосинтезу стеролів у клітинній мембрані. Препаративна форма – концентрат суспензії, норма витрати 0,7 л/га. Виробник рекомендує використовувати у суміші з ПАР прилипачем Меро в нормі 0,4 л/га [58].

Кустодія – фунгіцид системної і трансламінарної дії для захисту від хвороб багатьох сільськогосподарських культур, в тому числі й кукурудзи. Ефективний проти гельмінтоспоріозу, іржі та фузаріозу. Завдяки наявності 2 діючих речовин оптимально профілактичну та лікувальну дію. Характеризується швидким «стоп-ефектом» проти широкого спектру хвороб. Тебуконазол (200 г/л) має системну дію, а азоксистробін (120 г/л) – трансламінарну. Препаративна форма – концентрат суспензії, норма витрати – 0,9 л/га [60].

Аканто – фунгіцид з довготривалою захисною дією проти основних хвороб кукурудзи. Діюча речовина – пікоксістробін (250 г/л) належить до групи стробілуринів, має здатність до системного переміщення та активної дифузії та перерозподілу у повітрі – так званий «газ-ефект», метаболітичну стійкість для

довготривалої дії. Завдяки цьому зменшується чутливість до стресових факторів, позитивно впливає на ріст та розвиток рослин за рахунок вираженого фізіологічного ефекту. Препаративна форма – концентрат суспензії, норма витрати 1,0 л/га [61].

Дослід 3. *Ефективність застосування десикантів при вирощуванні кукурудзи на зерно.*

Схема польового досліду 3:

Фактор А: Строк застосування (ВВСН)	Фактор В: Препарат	Норма витрати
Контроль	-	-
При вологості зерна 40% (85)	Раундап Макс	2,4
		3,2
	Реглон Супер	2,0
		3,0
Настання чорної точки (87)	Раундап Макс	2,4
		3,2
	Реглон Супер	2,0
		3,0
Через 10 днів після настання чорної точки (89)	Раундап Макс	2,4
		3,2
	Реглон Супер	2,0
		3,0

Раундап Макс (450 г/л гліфосату у кислотному еквіваленті, 551 г/л у формі калійної солі гліфосату) – це системний гербіцид суцільної дії, який використовують в якості десиканту. Препарат містить ліпофільні компоненти,

які сприяють швидкому розчиненню воскового нальоту, що вкриває поверхню листків. Це дозволяє діючій речовині проникати через кутикулу.

В результаті цього основна частина препарату концентрується в кореневій системі рослин. Діюча речовина блокує синтез ароматичних амінокислот, що в свою чергу призводить до пошкодження точок росту та відмирання надземних і підземних органів рослин. Препаративна форма – розчинний концентрат [58].

Реглон Супер (150 г/л дикват іону) – десикант, високоефективний як гербіцид суцільної дії, що забезпечує значне прискорене достигання. Препарат швидко проникає в рослини – впродовж 30 хвилин, що забезпечує стійкість до змивання опадами. Потрапляючи на рослину, препарат пригнічує процес фотосинтезу у хлоропластах, перетворюючи іони диквату на вільні радикали, які під дією кисню руйнують клітинну мембрану, викликаючи витік з клітини, що призводить до повного висихання рослини. Препаративна форма – розчинний концентрат [59].

Дослідження проводили згідно з загальноприйнятими методиками та ДСТУ. У процесі вивчення поєднуються теоретичні обґрунтування з експериментальними – польовими, лабораторно-польовими та аналітичними методами [38, 42, 113].

Впродовж вегетаційного періоду в основні фази розвитку рослин кукурудзи проводили вимірювання біометричних показників: висоти рослин, площі листкової поверхні, чистої продуктивності фотосинтезу, фотосинтетичного потенціалу посіву, наростання сухої надземної маси рослин кукурудзи.

Площу листкової поверхні визначали методом висічок за формулою 2.1:

$$П = (М \cdot n \cdot К) / m, \quad (2.1)$$

де П – загальна площа листя в пробі, $см^2$;

М – маса листя в пробі, г; n – площа однієї висічки, $см^2$;

К – кількість висічок, шт.; m – маса висічок, г.

Фотосинтетичний потенціал (ФП) визначали за допомогою формули 2.2:

$ФП = (П_1 + П_2)\ Т / (2 \cdot 1000),$ (2.2)

де $П_1$, $П_2$ – площа листкового апарату в певні фази розвитку, тис. $м^2$/га;

Т – довжина міжфазного періоду, діб

Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за допомогою формули Кріда 2.3:

$ЧПФ = (М_2 – М_1) / [0{,}5 \cdot (П_1 + П_2) \cdot Д],$ (2.3)

де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/$м^2$ добу;

$М_1$, $М_2$ – маса рослин на одиниці площі на початку в кінці певного періоду, г;

$П_1$, $П_2$ – площа листкового апарату в ці самі періоди визначення, $см^2$;

Д – тривалість періоду, діб.

Вміст сухої речовини визначали кукурудзи термостатно-ваговим методом, висушуванням в сушильній шафі при температурі +105 ℃ до постійної маси, з перерахунком відповідно до формули 2.4 на 1 га:

$Ср = (100 * М_2) / М_1,$ (2.4)

де: Ср – вміст сухої речовини,%;

$М_2$ – маса наважки після висушування, г;

$М_1$ – маса наважки до висушування, г.

Позакореневе удобрення, обробки фунгіцидами та десикантами проводили за допомогою ранцевого оприскувача.

Обліки хвороб проводили у фазу 12 листків, цвітіння та воскової стиглості. Іржу облікували за шкалою Кобба, гельмінтоспоріоз – за шкалою для плямистостей злакових культур. Для обліку ураженості качанів кукурудзи фузаріозом використовували п’ятибальну шкалу В.Г. Іващенко, Е.Ф. Сотченко. Оглядали по 10 рослин у кожному повторенні.

Поширення хвороб визначали за формулою 2.5:

$П = (n / N) * 100\ \%,$ (2.5)

де, П – поширення хвороби, %;

n – кількість уражених рослин, шт;

N – загальна кількість рослин у пробі, шт;

100% – перевідний коефіцієнт.

Розвиток хвороби розраховували за формулою 2.6:

$$A = [(a_1 * n_1) + (a_2 * n_2) + \ldots + (a_{10} * n_{10})] / N \quad (2.6)$$

де А – розвиток хвороби, %;

a_1, a_2, …, a_{10} – поширення хвороби на качані. Становить відповідно 10, 20, … 100, %;

n_1, n_2, …, n_{10} – кількість качанів з відповідним відсотком розвитку хвороби, шт;

N – кількість качанів у пробі, шт.

Ефективність дії препаратів визначали за формулою 2.7:

$$Ед = [(R_1 – R_2) / R_1] * 100 \%, \quad (2.7)$$

де Ед – ефективність дії препаратів, %;

R_1 – розвиток хвороби на контрольному варіанті, %;

R_2 – розвиток хвороби на досліджуваному варіанті, %;

100 – перевідний коефіцієнт, %.

За загальноприйнятими методиками та ДСТУ проводили технологічний аналіз якості зерна. У відібраних зразках проводили визначення вмісту олії («сирого» жиру) шляхом екстрагування в апараті Сокслетта (за С. В. Рушковським ДСТУ 13496.15-97), «сирого»› протеїну – за кількістю загального азоту (за К’єльдалем ДСТУ 13496.4-93), крохмаль за ДСТУ10845-91. Вміст мікотоксинів визначали методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ).

Збирання та облік урожаю та визначення вологості проводили в фазу повної стиглості зерна комбайном Haldrup C-85 з кожної ділянки досліду. Урожайність зерна кукурудзи перераховували на вологість 14%.

Економічну ефективність досліджуваних факторів розраховували за фактичними цінами на 01.01.2020 р., ціна зерна кукурудзи 7,0 грн/кг.

Енергетичну оцінку технології вирощування проводили за методикою О. К. Медведовського та П. І. Іваненка [104].

Математичну обробку результатів здійснювали за допомогою програм Microsoft Excel, Statistica 5.0 та Agrostat.

2.4 Технологія вирощування

Технологія вирощування кукурудзи – загальноприйнята для зони Лісостепу. Попередник – озимі зернові. Після збору попередника проводили дискування на 10–12 см. Оранка проводилась на 26–28 см в листопаді. Під зяблеву оранку вносили мінеральні добрива відповідно до варіантів досліду. З калійних добрив використали хлористий калій (вміст калію – 60 %), з фосфорних – амофос (вміст фосфору – 52 %, вміст азоту – 12%). Азотні добрива вносили навесні.

У дослідах з вивчення застосування фунгіцидів та десикантів норма добрив становить $N_{120}P_{60}K_{100.}$ Навесні провели закриття вологи, передпосівну культивацію та внесення азотних добрив, з яких 50 % від норми становив карбамід (46 % азоту) та 50 % аміачної селітри (34,4 % азоту).

Сіяли у третій декаді квітня сівалкою Monosem NG Plus 8 , орієнтуючись на температурні показники. Ширина міжрядь 70 см, глибина загортання насіння 6 см. Норма висіву 90 тис. нас./га. Густота стояння рослин становила 80 тис. рослин/га. Гібрид LG 3258 (ФАО 250), середньоранній, оригінатор – компанія Limagrain Europe. Насіння категорії F1, відповідає ДСТУ 2240-93 та протруєне від виробника такими діючими речовинами: клотіанідин + тирам + флудиоксоніл + металаксил М.

Захист від бур’янів включав застосування гербіцидів Примекстра TZ Голд SC (д.р. S – метолахлор – 312,5 г/л + тербутилазин – 187,5 г/л) – 4,0 л/га до сходів та Майстер (форамсульфурон 300 г/кг + йодосульфурон 20 г/кг + ізоксадифен-етил 300 г/кг) – 0,15 кг/га у фазі 5 листків. Захист від шкідників – Рімон Фаст (новалурон, 50 г/л + біфентрин, 50 г/л) – 0,5 л/га у фазі викидання волоті.

Висновки до розділу 2:

1. Ґрунтово-кліматичні умови Лісостепу Західного є сприятливими для вирощування кукурудзи. Польові дослідження проводили на чорноземі типовому малогумусному.

2. Гідротермічні умови у роки проведення досліджень відрізнялись від середніх багаторічних значень, але, загалом сприяли росту, розвитку та формуванню врожайності кукурудзи.

3. У дослідах вивчали гібрид LG 3258, який занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Досліджувані препарати включені до переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні, і мають реєстрацію для застосування на кукурудзі.

4. Польові дослідження проведено згідно загальноприйнятих методик. Технологія вирощування кукурудзи – загальноприйнята для Лісостепу Західного, окрім досліджуваних факторів.

РОЗДІЛ 3

РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ УДОБРЕННЯ І ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

3.1 Вплив добрив на висоту рослин кукурудзи

Висота рослин є одним з біометричних показників, що характеризують ріст рослин, відображають сукупність процесів, що проходять в організмі та реакцію на чинники зовнішнього середовища.

Висота стебла кукурудзи визначається кількістю та довжиною міжвузлів. На цей показник суттєво вливає характеристика сорту чи гібриду [112, 122], технологічні прийоми вирощування та метеорологічні умови [151], які в свою чергу впливають на формування врожайності кукурудзи. У дослідженнях з вивчення норми добрив та позакореневого підживлення встановлено, що забезпечення елементами живлення під час вегетації кукурудзи має вагомий вплив на висоту рослин кукурудзи.

За даними Н. М. Рудавської та В. В. Гливи [140] вказано, що удобрення в нормі $N_{120}P_{90}K_{90}$ у ранньостиглих гібридів сприяло збільшенню висоти рослин на 16–19,5 см, або на 7,4–8,5 %, у середньоранніх – 17,0–25,5 см, або на 7,2–11,3 %.

Згідно з досліджень В. Т. Маткевич з співавт. [103] за внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ висота рослин кукурудзи становила 212 см, з підвищенням норми азотних добрив до N_{240} висота збільшилась до 232 см, що більше від контролю (без застосування добрив) на 26 см.

Я. В. Бєлов [10] вказує, що висота рослин збільшується з підвищенням норми азотно-фосфорних добрив залежно від гібридного складу та густоти стояння. Найвищі значення отримано за норми добрив $N_{90}P_{90}$ та $N_{120}P_{120}$.

В дослідженнях О. В. Трубілова [166] встановлено, що застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню висоти рослин у середньому 12–27 см за внесення $N_{45}P_{45}$ під культивацію та $N_{15}P_{15}K_{15}$ при сівбі.

Застосування мікроелементів позитивно впливає на ріст та розвиток рослин. Так, за даними В. А. Мазур, О. І. Циганської та Н. В. Шевченко [94] за рахунок застосування позакореневого підживлення комплексним мікродобривом «Мікро-мінераліс» та стимулятором росту «Стимпо» висота рослин кукурудзи у фазу молочної стиглості зросла на 6 см порівняно з контролем.

Результати досліджень Л. М. Єрмакової, Р. Т. Івановської та О. П. Дем'янчука [40] засвідчують, що позакореневе підживлення позитивно впливає на рослини кукурудзи, зумовлюючи їх інтенсивніший ріст. Застосування комплексного мікродобрива Цеовіт Мікро у нормі 2 л/га сприяло збільшенню висоти рослин кукурудзи на 13–20 см залежно від гібридного складу.

За даними О. А. Гож, Т. Ю. Марченко та Б. С. Котова [29] за обробки комплексними мікродобривами рослини кукурудзи були вищими порівняно з контролем на 14–19 см у фазі цвітіння залежно від мікродобрива та гібриду. Найбільший приріст висоти рослин кукурудзи отримали за підживлення мікродобривом Humin Plus – 19 см, висота становила 275 см.

У дослідженнях В. С. Цикова, М. І. Дудки, О. М. Шевченко та С. С. Носова [175] вказано, що застосування позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним добривом підвищує висоту рослин на 6,0–10,7 см залежно від виду добрива.

За результатами проведених досліджень впродовж 2018–2020 рр. в умовах Лісостепу Західного встановлено, що висота рослин кукурудзи залежала від рівня основного удобрення та позакореневого підживлення (дод А.1–3, табл. 3.1).

Збільшення норми основного удобрення підвищувало показник висоти рослин кукурудзи. Так, за удобрення $N_{80}P_{40}K_{60}$ висота рослин становила 240 см,

при збільшенні норми до $N_{120}P_{60}K_{100}$ зросла до 244 см, а при внесенні $N_{160}P_{80}K_{140}$ – 248 см в середньому за роки досліджень.

Таблиця 3.1

Висота рослин кукурудзи в фазу молочної стиглості ВВСН 75 залежно від застосування мінеральних добрив та мікродобрив (2018–2020 рр.), см

№	Фаза обробки (фактор В)	Підживлення (фактор С)	Норма добрив (фактор А)		
			$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
1	Контроль	–	240	244	248
2	10 листків	1*	245	248	252
3		2*	247	251	254
4		3*	248	252	256
5	Викидання волоті	1*	244	246	250
6		2*	245	248	251
7		3*	246	250	253
8	Після цвітіння	1*	240	243	248
9		2*	240	244	248
10		3*	241	244	248
$НІР_{0,5}$ см		2018	A = 2,5; B = 1,3; C = 0,3;		
		2019	A = 2,3; B = 1,1; C = 0,4;		
		2020	A = 2,7; B = 1,4; C = 0,4;		

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід, 5 % + сульфат магнію, 5 %.

Позакореневе підживлення також впливало на показники висоти рослин. Найбільший вплив позакореневих підживлень на висоту відзначено за проведення обробок у 10 листків залежно від складу підживлень та рівня основного удобрення шляхом покращення умов живлення рослин.

На фоні добрив $N_{80}P_{40}K_{60}$ при підживленні мікродобривами у 10 листків рослини кукурудзи сформували висоту 245 см.

Застосування мікродобрив та карбаміду 5% збільшило висоту рослин на 7 см порівняно до контролю, яка становить 247 см.

Підживлення мікродобривами, карбамідом 5% та сірчанокислим магнієм 5% підвищило висоту рослин до 248 см, що на 8 см більше від контролю.

Проведення позакореневих підживлень у фазу викидання волоті також сприяло підвищенню висоти рослин кукурудзи на рівні 4–6 см, і становить 244, 245 та 246 см залежно від складу добрив.

Проведення підживлень після цвітіння не мало впливу на висоту рослин кукурудзи, оскільки даний захід проводився під кінець вегетації, коли ріст рослин незначний.

На рівні удобрення $N_{120}P_{60}K_{100}$ за проведення обробки мікродобривами у фазу 10 листків рослини кукурудзи сформували висоту 248 см, що на 4 см більше, порівняно з контролем.

За підживлення мікродобривами і карбамідом у фазу 10 листків висота рослин становила 251 см, а при застосуванні мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – 252 см, що на 8 см більше від контролю.

Найбільший вплив позакореневого підживлення на висоту рослин кукурудзи спостерігали у варіантах з рівнем удобрення $N_{160}P_{80}K_{140.}$ При проведенні листкового підживлення мікродобривами у фазу 10 листків висота рослин становила 252 см, за підживлення мікродобривами та карбамідом – 254 см, що більше від контролю на 4 та 6 см відповідно.

Найвище значення висоти рослин кукурудзи спостерігали за підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків, що становить 256 см.

У варіанті позакореневого підживлення мікродобривами у фазу викидання волоті висота рослин становила 250 см, мікродобривами та карбамідом – 251 см, мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 253 см.

За проведення підживлень після цвітіння рослини кукурудзи сформували висоту на рівні 248 см, що пояснюється пізнім строком проведення обробок, коли рослини повністю сформували вегетативну масу.

Висота прикріплення качана – важлива ознака, що характеризує придатність гібридів до механізованого збирання. Низьке прикріплення (нижче 40 см) призводить до значних втрат при збиранні врожаю. Для зменшення цих втрат необхідно, щоб висота прикріплення нижнього качана становила не менше 50 см від поверхні ґрунту. Надто високе прикріплення – вище 130 см теж небажане [83, 93].

У дослідженнях Н. М. Рудавської та В. В. Гливи [140] удобрення впливало на висоту прикріплення нижнього качана. Залежно від гібриду за удобрення $N_{90}P_{60}K_{60}$ цей показник зріс на 1,6–6,3 %, а при $N_{120}P_{90}K_{90}$ – на 7,9–13,5 %.

Застосування добрив та позакореневого підживлення впливало на висоту прикріплення нижнього качана (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Висота прикріплення нижнього качана (2018–2020 рр.), см

№	Фаза обробки (фактор В)	Підживлення (фактор С)	Норма добрив (фактор А)		
			$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
1	Контроль	–	105	112	117
2	10 листків	1*	110	116	125
3		2*	111	117	127
4		3*	111	118	128
5	Викидання волоті	1*	106	113	119
6		2*	106	114	120
7		3*	107	114	120
8	Після цвітіння	1*	104	112	117
9		2*	105	112	117
10		3*	105	112	117
$НІР_{0,5}$ см		2018	A = 4,2; B = 1,0; C = 0,3;		
		2019	A = 3,9; B = 1,3; C = 0,4;		
		2020	A = 4,5; B = 1,2; C = 0,2;		

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід, 5 % + сульфат магнію, 5 %.

При збільшенні норми добрив висота прикріплення нижнього качана зростала. За внесення добрив $N_{80}P_{40}K_{60}$ цей показник становив 105 см.

При удобренні $N_{120}P_{60}K_{100}$ висота прикріплення нижнього качана зросла на 6–111 см. Підвищення рівня добрив до $N_{160}P_{80}K_{140}$ сприяло формуванню качанів на висоті 116 см від поверхні ґрунту. Позакореневе підживлення впливало на висоту прикріплення нижнього качана при застосуванні у фазу 10 листків кукурудзи. Підживлення у пізніші строки вегетації кукурудзи – у фази викидання волоті та після цвітіння не мало суттєвого впливу на цей показник оскільки на цих етапах розвитку рослини майже повністю сформовані.

На фоні добрив $N_{80}P_{40}K_{60}$ залежно від складу підживлення висота прикріплення нижнього качана зростала на 5-6 см при проведенні обробки у фазу 10 листків, і становила 110–111 см.

При удобренні $N_{120}P_{60}K_{100}$ рослини кукурудзи формували качани на висоті 116–118 см від поверхні ґрунту, що більше на 5–7 см порівняно з варіантом без проведення підживлень.

За удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ висота прикріплення нижнього качана становила 125–128 см. Приріст від позакореневих підживлень становив 8–11 см, або 6,8–9,4 %.

3.2 Формування площі листкової поверхні залежно від удобрення та підживлення

Основою формування урожаю сільськогосподарських культур є фотосинтетична діяльність. Найважливішими факторами впливу на продуктивність рослин, що визначають ефективність проходження процесу фотосинтезу, є забезпеченість сонячною енергією, температурою середовища, достатня кількість вологи та поживних речовин.

Кукурудза належить до ростин типу C_4, який дозволяє ефективніше поглинати вуглекислий газ, порівняно з більшістю сільськогосподарських рослин з фіксацією CO_2 за C_3 типом. У кукурудзи є ще одна особливість – відсутність світлового дихання та як результат, більш інтенсивний фотосинтез.

Збільшення продуктивності фотосинтезу є важливою умовою формування високих врожаїв кукурудзи. Формування посівів з оптимальною площею листкової поверхні є одним із завдань у досягненні цієї мети. Листковий апарат рослин акумулює сонячну енергію в процесі фотосинтезу та забезпечує створення органічної речовини, що впливає на накопичення біомаси [133]. Від розмірів листкового апарату залежить величина врожаю кукурудзи. Про це свідчить ряд досліджень [39, 155, 169].

На формування листкової поверхні кукурудзи впливають кліматичні особливості – сонячна енергія, достатня кількість вологи, температура середовища технологічні елементи, забезпеченість поживними речовинами [120].

За дослідженнями Ю. О. Лавриненка та В. Б. Рубана [80] застосування азотних добрив позитивно впливали на площу асиміляційного апарату. Приріст площі листків при застосуванні N_{60} становив 5,0, а при N_{180} – 11,7 тис.м^2/га, або на 12,3–24,7 %.

О. В. Князюк з співавторами [72] у своїх дослідженнях також відмічають тенденцію збільшення площі листкової поверхні зі збільшенням норми добрив на 25–30 %. При удобренні $N_{120}P_{60}K_{130}$ площа листкової поверхні у фазу молочної стиглості була більшою на 14,3–16,2 тис. м^2/га залежно від гібриду та густоти стояння, при нормі добрив $N_{150}P_{90}K_{160}$ – 21,1–24,5 тис.м^2/га.

Згідно біометричних вимірювань Я. Т. Скринника [153] у фазу цвітіння встановлено, що позакореневе підживлення препаратом Реаком Плюс у нормі 4 л/га у фазу 6–7 листків сприяло збільшенню кількості листків на рослинах на 2–5 %, листкової поверхні – на 8–9 % порівняно з контролем. На цьому ж варіанті спостерігали збільшення структурних показників, що забезпечило формування найбільшої зернової врожайності кукурудзи, що підтверджує важливість оптимальної площі листкового апарату.

За даними В. А. Мазур та Н. В. Шевченко [96] позакореневе підживлення препаратами Мікро-Мінераліс + Стимпо у фазі 7–9 листків збільшило площу листкового апарату з 37,3 на контролі до 42,4 тис.м^2/га.

В. Д. Паламарчук [117] також відзначає позитивний вплив позакореневого підживлення на площу листкової поверхні. Встановлено, що у середньому за три роки у середньостиглих гібридів цей показник складав 36,4–42,1 тис.м^2/га залежно від складу добрив.

За результатами проведених нами досліджень на площу листкової поверхні впливає як рівень основного удобрення так і проведення позакореневого підживлення (дод Б.1–3, табл. 3.3).

У фазу 12 листків на фоні добрив $N_{80}P_{40}K_{60}$ площа листкової поверхні становила 23,8 тис. м^2/га без проведення підживлень. Збільшення норми добрив до $N_{120}P_{60}K_{100}$ сприяло формуванню більшої площі листкової поверхні кукурудзи до 26,3, що на 3,5 тис.м^2/га більше від $N_{80}P_{40}K_{60}$. При удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ площа листкової поверхні становила 28,9, що на 5,1 тис. м^2/га більше від площі листків при удобренні $N_{80}P_{40}K_{60}$.

Застосування мікродобрив при удобрені $N_{80}P_{40}K_{60}$ сприяло збільшенню площі листкової поверхні до 25,1 тис. м^2/га, мікродобрив та карбаміду – 25,3, мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – 25,6 тис.м^2/га.

У фазу цвітіння волоті рослини кукурудзи найінтенсивніше формували листковий апарат. На першому рівні удобрення ($N_{80}P_{40}K_{60}$) площа листкової поверхні у варіанті без проведення підживлень складала 37,0 тис. м^2/га. За позакореневого підживлення у фазу 10 листків мікродобривами цей показник становив 40,5 тис. м^2/га, при застосуванні мікродобрив та карбаміду – 41,1, а при обробці мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 41,7 тис.м^2/га.

Підживлення у фазу викидання волоті меншою мірою впливали на формування площі листкової поверхні. За підживлення мікродобривами площа асиміляційної поверхні становила 38,4 тис. м^2/га, мікродобривами та карбамідом – 38,5, а мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 38,8 тис.м^2/га.

У фазу молочної стиглості площа асиміляційної поверхні за удобрення $N_{80}P_{40}K_{60}$ становила 35,2 тис. м^2/га на контрольному варіанті.

Таблиця 3.3

Площа листкової поверхні посівів кукурудзи (2018–2020 рр.), тис.м^2/га

Норма добрив (А)	Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Фаза розвитку рослин від сходів до			
			12 листків	цвітіння	стиглість	
					молочна	воскова
$N_{80}P_{40}K_{60}$	контроль	–	23,8	37,0	35,2	31,4
	10 листків	1*	25,1	40,5	38,6	34,9
		2*	25,3	41,1	39,1	35,5
		3*	25,6	41,7	39,8	36,1
	викидання волоті	1*	23,8	38,8	37,1	33,2
		2*	23,8	39,0	37,2	33,4
		3*	23,8	39,6	37,4	34
	після цвітіння	1*	23,8	37,1	35,3	31,5
		2*	23,9	37,0	35,3	31,4
		3*	23,8	37,1	35,4	31,5
$N_{120}P_{60}K_{100}$	контроль	–	26,9	41,1	38,9	35,5
	10 листків	1*	28,3	43,1	41,4	37,5
		2*	28,6	43,8	41,7	38,2
		3*	29,2	44,5	42,3	38,9
	викидання волоті	1*	27,0	42,8	39,2	37,2
		2*	26,9	42,9	39,7	37,3
		3*	27,0	43,1	40,1	37,5
	після цвітіння	1*	26,9	41,1	39,1	35,5
		2*	26,9	41,2	39,1	35,6
		3*	26,9	41,2	39,2	35,6
$N_{160}P_{80}K_{140}$	контроль	–	28,9	42,9	41,6	37,3
	10 листків	1*	30,8	48,5	46,8	42,9
		2*	31,2	49,0	47,2	43,4
		3*	31,7	49,9	47,5	44,3
	викидання волоті	1*	29,0	45,1	43,4	39,5
		2*	29,0	45,4	43,6	39,8
		3*	28,9	45,8	43,8	40,2
	після цвітіння	1*	29,0	42,9	41,7	37,3
		2*	29,0	42,9	41,7	37,3
		3*	29,0	43,0	41,7	37,4
		2018	1,2; 0,2; 0,1	1,3; 0,5; 0,1	1,3; 0,4; 0,1	1,5; 0,5; 0,1
$НІР_{0,5}$	А; В; С	2019	1,4; 0,3; 0,1	1,8; 0,6; 0,1	1,8; 0,6; 0,1	1,7; 0,6; 0,1
		2020	1,3; 0,3; 0,1	1,9; 0,7; 0,1	2,1; 0,8; 0,1	1,4; 0,6; 0,1

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід, 5 % + сульфат магнію, 5 %.

У варіанті застосування мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – 39,8 тис. м^2/га, дещо менше при застосуванні мікродобрив та карбаміду – 39,1, а при підживленні мікродобривами – 38,6 тис. м^2/га.

Проведення листкових підживлень після цвітіння мали менший вплив на формування площі асиміляційної поверхні і становили на фоні добрив $N_{80}P_{40}K_{60}$ 35,3–35,4 тис. м^2/га у фазу молочної стиглості.

У фазі воскової стиглості кукурудзи площа листкової поверхні на контрольному варіанті становила 31,4 тис. м^2/га. При підживленнях мікродобривами у фазі 10 листків кукурудзи цей показник становив 34,9 тис.м^2/га, мікродобривами і карбамідом – 35,5, а мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 36,1 тис. м^2/га. За підживлення у фазі викидання волоті площа листкової поверхні кукурудзи була на рівні 33,2–34,0 тис. м^2/га, після цвітіння – 31,4–31,5 тис. м^2/га.

За удобрення $N_{120}P_{60}K_{100}$ площа листкової поверхні у фазі 12 листків на контрольному варіанті становила 26,9 тис. м^2/га. При застосуванні мікродобрив у 10 листків – 28,3, мікродобрив та карбаміду – 28,6, а при підживленні мікродобривами, карбамідом та сульфатом – 29,2 тис. м^2/га.

Підживлення у фазу 10 листків мікродобривами сприяло збільшенню площі листкової поверхні у фазі цвітіння до 43,1, порівняно з контролем – 41,1 тис.м^2/га у фазі цвітіння. Проведення листового підживлення мікродобривами та карбамідом підвищило цей показник до 43,8, а мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – до 44,5 тис. м^2/га.

Проведення підживлення мікродобривами у фазу викидання волоті дозволило рослинам кукурудзи сформувати площу листкової поверхні на рівні 42,8 тис. м^2/га, мікродобривами та карбамідом – 42,9, а мікродобривами, карбамідом та сірчанокислим магнієм – 43,1 тис. м^2/га у фазі цвітіння.

У фазі молочної стиглості площа листків на контрольному варіанті становила 38,9 тис. м^2/га, при проведенні підживлень у фазі 10 листків мікродобривами – 41,4, мікродобривами та карбамідом – 41,7, а при застосуванні мікродобрив, карбаміду і сульфату магнію – 42,3 тис. м^2/га. При

підживленні кукурудзи у фазі викидання волоті площа листкової поверхні становила 39,2–39,2 тис. м^2/га.

У фазі воскової стиглості кукурудзи площа листкової поверхні на контролі становила 35,5 тис. м^2/га, при проведенні підживлень у фазі 10 листків – 37,5–38,2, у фазі викидання волоті – 37,2–37,5, після цвітіння – 35,5–35,6 тис. м^2/га.

На фоні добрив $N_{160}P_{80}K_{140}$ площа листкового апарату у фазі 12 листків кукурудзи складала 28,9 тис.м^2/га без підживлень. Застосування мікродобрив збільшило цей показник на 1,9–30,8 тис. м^2/га. Обробка мікродобривами та карбамідом збільшила площу листкової поверхні до 31,2, а мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – до 31,7 тис. м^2/га.

Найбільшою площа листкової поверхні була у фазі цвітіння за удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$. За підживлення мікродобривами у фазу 10 листків цей показник становив 48,5 тис. м^2/га, що на 5,6 більше від контролю – 42,9 тис. м^2/га у фазу цвітіння волотей. При підживленні мікродобривами та карбамідом – 49,0, що на 6,1 тис.м^2/га більше від контролю. Найвищий показник площі листкової поверхні зафіксовано при підживленні мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 49,9, що більше від контролю на 7,0 тис.м^2/га або 16,3 %.

Позакореневе підживлення у фазу викидання волоті також сприяло збільшенню площі листкової поверхні. Цей показник становив 45,1–45,8 тис. м^2/га.

При удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ у фазу молочної стиглості площа листкової поверхні кукурудзи становила 42,3 тис. м^2/га без проведення підживлень. Застосування мікродобрив у фазі 10 листків збільшило площу листкової поверхні до 47,6 тис. м^2/га, мікродобрив та карбаміду – 48,1, мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – 48,3 тис. м^2/га.

Застосування підживлень у фазі викидання волоті збільшило площу листкової поверхні до 44,2–44,6, а при обробці після цвітіння до 42,4 тис.м^2/га.

У фазі воскової стиглості при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ площа листкового апарату становила 37,3 тис. м^2/га на контролі. При проведенні підживлень у

фазі 10 листків площа листкової поверхні була більшою – 42,9–44,3 тис. м^2/га, у фазі викидання волоті – 39,5–40,2, після цвітіння – 37,3–37,4 тис. м^2/га.

Тенденція до зменшення площі листкової поверхні у фазі воскової стиглості спостерігалася на всіх варіантах удобрення та підживлення внаслідок фізіологічного підсихання нижніх листків.

3.3 Нагромадження сухих речовин рослинами кукурудзи залежно від удобрення

Тривалість та інтенсивність нагромадження сухої речовини рослинами кукурудзи значною мірою залежать від динаміки висоти рослин, площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу, генетичних особливостей. Зі збільшенням інтенсивності росту рослин зростає формування асиміляційної поверхні, підвищується фотосинтетична діяльність, зростає фактична врожайність.

Рослину потрібно забезпечити необхідною кількістю поживних речовин для оптимального проходження фотосинтезу і використання його продуктів на такі процеси як ріст, розвиток, накопичення запасних речовин, від яких залежить формування врожаю [123].

Дослідження динаміки накопичення сухої речовини є одним із способів визначення реакції рослин на застосування макро- і мікродобрив.

За даними багатьох авторів, зокрема, Лавриненка Ю. О., Рубана Б. В. [80] та Бєлова Я. В. [10] вміст сухої речовини в рослинах кукурудзи змінювався залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин і зростав зі збільшенням азотного живлення рослин. Збільшення рівня удобрення з $N_{120}P_{60}K_{130}$ до $N_{150}P_{90}K_{160}$ сприяє підвищенню показника сухої маси рослин кукурудзи в середньому на 0,8–2,8 т/га.

Застосування мікродобрив сприяє підвищенню виходу сухої речовини, яка тісно пов’язана з рівнем врожайності [40, 72, 181].

Загальні тенденції накопичення сухої речовини зберігалися незалежно від рівня удобрення. До початку викидання волоті нагромадження сухої маси відбувається повільно, найбільших величин показники сухої маси досягали у фазу повної стиглості зерна. Підвищення норми добрив сприяло збільшенню сухої маси рослин кукурудзи (дод. В.1–3, табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Нагромадження сухої маси рослин кукурудзи залежно від удобрення (2018–2020 рр.), т/га

Норма добрив (А)	Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Фаза розвитку рослин від сходів до			
			12 листків	цвітіння	стиглість	
					молочна	воскова
1	2	3	4	5	6	7
$N_{80}P_{40}K_{60}$	контроль	–	2,78	7,96	12,58	17,71
	10 листків	1*	2,97	8,95	14,22	20,05
		2*	3,00	9,07	14,40	20,33
		3*	3,05	9,27	14,71	20,73
	викидання волоті	1*	2,78	8,32	13,27	18,86
		2*	2,80	8,37	13,34	18,97
		3*	2,78	8,56	13,58	19,26
	після цвітіння	1*	2,78	7,98	12,61	17,91
		2*	2,80	7,98	12,64	17,96
		3*	2,80	7,98	12,65	17,99
$N_{120}P_{60}K_{100}$	контроль	–	3,17	9,24	14,37	20,01
	10 листків	1*	3,35	10,16	15,82	22,55
		2*	3,42	10,34	16,11	22,90
		3*	3,52	10,57	16,44	23,34
	викидання волоті	1*	3,17	9,76	15,15	21,33
		2*	3,18	9,78	15,23	21,52
		3*	3,18	9,83	15,33	21,66
	після цвітіння	1*	3,17	9,24	14,40	20,37
		2*	3,17	9,25	14,43	20,46
		3*	3,17	9,25	14,44	20,51
$N_{160}P_{80}K_{140}$	контроль	–	3,47	9,97	15,68	22,01
	10 листків	1*	3,73	11,41	18,02	25,52
		2*	3,79	11,55	18,23	25,83
		3*	3,83	11,75	18,53	26,22

Продовж. табл. 3.4

1	2	3	4	5	6	7
$N_{160}P_{80}K_{140}$	вики-дання волоті	1*	3,49	10,55	16,59	23,44
		2*	3,47	10,61	16,70	23,61
		3*	3,47	10,67	16,80	23,84
	після цвітіння	1*	3,47	9,98	15,72	22,24
		2*	3,49	9,99	15,77	22,34
		3*	3,49	9,99	15,80	22,39
$НІР_{0,5}$ т /га	A; B; C	2018	0,19; 0,03; 0,01	0,54; 0,16; 0,01	0,84; 0,27; 0,02	0,91; 0,30; 0,02
		2019	0,22; 0,05; 0,01	0,66; 0,20; 0,01	1,03; 0,33; 0,02	1,12; 0,37; 0,02
		2020	0,21; 0,04; 0,01	0,55; 0,17; 0,01	0,86; 0,27; 0,02	0,94; 0,31; 0,02

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

При удобренні $N_{120}P_{60}K_{100}$ у фазі 10 листків рослини кукурудзи сформували 20,01 т/га сухої маси у фазі воскової стиглості – контроль. За підживлення мікродобривами цей показник становив 22,55 т/га, мікродобривами та карбамідом – 22,90 т/га.

Застосування мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію сприяло збільшенню виходу сухої речовини на 3,33 т/га, що складає 23,34 т/га.

Підживлення у фазі викидання волоті сприяло дещо меншому зростанню сухої маси, що становить 21,33–21,66 т/га.

Проведення підживлень після цвітіння підвищувало вихід сухої речовини кукурудзи до 20,37–20,51 т/га.

При удобренні в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ показник сухої маси був на рівні 22,01 т/га у фазі воскової стиглості зерна на контрольному варіанті.

Найвищий приріст сухої маси від застосування позакореневого підживлення отримали при удобренні на рівні $N_{160}P_{80}K_{140}$. Як і на менших нормах добрив, найбільш ефективними виявилися підживлення у фазу 10 листків. Проведення підживлень мікродобривами збільшило суху масу до 25,52 т/га при підживленні мікродобривами. Застосування мікродобрив і

карбаміду 5% сформувало суху масу на рівні 25,83 т/га, а підживлення мікродобривами, карбамідом, 5 % та сульфатом магнію, 5 % – 26,22 т/га, що на 4,21 т/га більше ніж на контролі.

Підживлення мікродобривами у фазі викидання волоті дозволило отримати 23,44 т/га, мікродобривами і карбамідом – 23,61 т/га, мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 23,84 т/га, що на 1,83 т/га більше від контролю.

За удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ проведення позакореневого підживлення після цвітіння мікродобривами підвищило показник сухої маси до 22,24 т/га, при підживленні мікродобривами і карбамідом – 22,34 т/га, мікродобривами + карбамід + сульфат магнію – 22,39 т/га, що на 0,38 т/га більше від контролю.

Позакореневе підживлення у фазі 10 листків дозволяє рослинам краще використовувати поживні речовини та сформувати вищий показник сухої маси порівняно з пізнішими строками проведення підживлень.

Отже, найвищу суху масу рослини кукурудзи сформували за удобрення на фоні $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведення позакореневого підживлення мікродобривами, карбамідом, 5 % та сульфатом магнію, 5 %.

3.4 Фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність кукурудзи залежно від удобрення

Фотосинтетичний потенціал є важливим показником, який відображає продуктивну діяльність листкового апарату впродовж вегетації рослин.

За даними багатьох досліджень відзначається позитивний вплив добрив на величину фотосинтетичного потенціалу [48, 72, 162].

Проведення позакореневого підживлення позитивно впливало на фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи (дод. Г. 1–3, табл. 3.5). Впродовж вегетації кукурудзи фотосинтетичний потенціал зростав. Найвищі його значення зафіксовано за позакореневого підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію.

При удобренні $N_{80}P_{40}K_{60}$ на контрольному варіанті фотосинтетичний потенціал становив 2642,0 тис. м^2 діб/га, за підживлення мікродобривами – 2866,1, мікродобривами та карбамідом – 2902,0, а мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 2945,4 тис. м^2 діб/га.

Підживлення у фазу викидання волоті також підвищували величину фотосинтетичного потенціалу. При застосуванні мікродобрив цей показник становив 2736,6 тис. м^2 діб/га, мікродобрив і карбаміду – 2744,8, а мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – 2767,3 тис. м^2 діб/га.

Застосування підживлень після цвітіння мало значно менший вплив, ніж у попередні строки. При застосуванні мікродобрив фотосинтетичний потенціал становив 2647,9 тис. м^2 діб/га, мікродобрив і карбаміду – 2648,6, а мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – 2650,1 тис. м^2 діб/га.

Таблиця 3.5

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи залежно від удобрення (2018–2020 рр.), тис.м^2 діб/га

Фаза Обробки (B)	Підживлення (C)	Норма добрив (A)		
		$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
Контроль	–	2642,0	2954,4	3137,1
10 листків	1*	2866,1	3118,8	3483,1
	2*	2902,0	3157,3	3521,0
	3*	2945,4	3212,6	3572,7
Викидання волоті	1*	2736,6	3017,8	3244,8
	2*	2744,8	3027,6	3258,1
	3*	2767,3	3045,3	3271,3
Після цвітіння	1*	2647,9	2959,8	3143,1
	2*	2648,6	2963,1	3143,2
	3*	2650,1	2965,1	3146,3

Примітка: 1* - підживлення Рексолін ABC + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін ABC + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін ABC + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Збільшення норми добрив до $N_{120}P_{60}K_{100}$ підвищувало фотосинтетичний потенціал, який становив 2954,4 тис. м^2 діб/га на контрольному варіанті. Застосування мікродобрив сприяло підвищенню фотосинтетичного потенціалу до 3118,8 тис. м^2 діб/га, мікродобрив і карбаміду – 3157,3, а мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – до 3212,6 тис. м^2 діб/га.

При застосуванні підживлень у фазі викидання волоті мікродобривами фотосинтетичний потенціал становив 3017,8 тис. м^2 діб/га, мікродобривами і карбамідом – 3027,6, мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 3045,3 тис.м^2 діб/га.

Підживлення після цвітіння мало менший вплив на фотосинтетичний потенціал, який становив 2959,8–2965,1 тис. м^2 діб/га.

Найвищі показники фотосинтетичного потенціалу отримали при удобренні в нормі $N_{160}P_{80}K_{140.}$ На контрольному варіанті цей показник становив 3137,1 тис. м^2 діб/га, при проведенні підживлень мікродобривами – 3483,1, мікродобривами і карбамідом – 3521,0, а мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 3572,7 тис. м^2 діб/га, шо на 13,2 % більше від контролю.

Позакореневе підживлення у фазу викидання волоті підвищувало фотосинтетичний потенціал до 3244,8–3271,3 тис. м^2 діб/га, а при підживленні після цвітіння – 3143,1–3146,3 тис. м^2 діб/га.

На основі проведених досліджень встановлено, що найвищий показник фотосинтетичного потенціалу забезпечує вирощування кукурудзи за удобрення у нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведення позакореневого підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків, яке оптимізує живлення рослин.

Ще одним важливим показником є чиста продуктивність фотосинтезу, яка відображає роботу асиміляційного апарату. Цей показник характеризує кількість накопиченої біомаси, яка утворилась одиницею площі листків за одиницю часу. Чиста продуктивність фотосинтезу характеризує добову різницю між фотосинтезом та диханням рослин [38].

При удобренні в нормі $N_{80}P_{40}K_{60}$ у період сходи – 12 листків на контрольному варіанті чиста продуктивність фотосинтезу становила 4,67 г/м^2, а при підживленнях у 10 листків – 10,73–10,75 г/м^2 (дод.Д. 1–3, табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи залежно від удобрення (2018–2020 рр.), г/м^2 за добу

Норма добрив (А)	Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Фаза розвитку рослин			
			сходи – 12 листків	12 л. – цвітіння	цвітіння – мол. ст.	Мол. ст. – воск. Ст.
$N_{80}P_{40}K_{60}$	контроль	–	4,67	7,64	8,94	6,03
	10 листків	1*	4,73	8,18	9,30	6,20
		2*	4,73	8,21	9,29	6,21
		3*	4,75	8,29	9,33	6,20
	вики-дання волоті	1*	4,67	7,93	9,11	6,22
		2*	4,69	7,96	9,12	6,22
		3*	4,67	8,18	9,10	6,21
	після цвітіння	1*	4,67	7,66	8,94	6,19
		2*	4,67	7,64	9,00	6,23
		3*	4,69	7,64	8,99	6,24
$N_{120}P_{60}K_{100}$	контроль	–	4,70	8,02	8,95	5,92
	10 листків	1*	4,72	8,56	9,37	6,66
		2*	4,76	8,59	9,43	6,63
		3*	4,81	8,58	9,46	6,63
	вики-дання волоті	1*	4,68	8,48	9,19	6,31
		2*	4,72	8,49	9,22	6,37
		3*	4,70	8,51	9,24	6,37
	після цвітіння	1*	4,70	8,02	8,99	6,25
		2*	4,70	8,02	9,00	6,32
		3*	4,70	8,02	9,01	6,34
$N_{160}P_{80}K_{140}$	контроль	–	4,80	8,12	9,45	6,27
	10 листків	1*	4,83	8,69	9,70	6,53
		2*	4,85	8,69	9,70	6,56
		3*	4,82	8,72	9,74	6,54
	вики-дання волоті	1*	4,80	8,56	9,54	6,45
		2*	4,78	8,62	9,55	6,48
		3*	4,80	8,65	9,57	6,55
	після цвітіння	1*	4,78	8,13	9,50	6,44
		2*	4,80	8,12	9,55	6,49
		3*	4,80	8,11	9,58	6,51

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід, 5 % + сульфат магнію, 5 %.

У період 12 листків – цвітіння чиста продуктивність фотосинтезу збільшилася. На контрольному варіанті цей показник становив 7,64 г/м^2, при проведенні підживлень у фазі 10 листків – 8,18–8,29 г/м^2, а при підживленнях у фазі викидання волоті – 7,93–8,18 г/м^2.

Найбільші показники чистої продуктивності фотосинтезу були у період цвітіння – молочної стиглості. На контролі цей показник становив 8,94 г/м^2, при застосуванні підживлень у фазі 10 листків – 9,30–9,33 г/м^2, у фазі викидання волоті – 9,10–9,12, після цвітіння – 8,94–9,00 г/м^2 за добу.

В період молочної – воскової стиглості кукурудзи чиста продуктивність фотосинтезу знизилася, оскільки в цей час в рослинах проходить перерозподіл пластичних речовин та підсихання нижніх листків. Чиста продуктивність фотосинтезу на контрольному варіанті становила 6,03 г/м^2, при проведенні підживлень в 10 листків – 6,20–6,21 г/м^2, у фазу викидання волоті – 6,21–6,22, після цвітіння – 6,19–6,24 г/м^2.

Збільшення норми добрив до $N_{120}P_{60}K_{100}$ сприяло підвищенню чистої продуктивності фотосинтезу, яка на контрольному варіанті у період сходи – 12 листків була 4,70 /м^2 за добу. При проведенні підживлень в 10 листків чиста продуктивність фотосинтезу становила 4,72–4,81 г/м^2.

У період 12 листків - цвітіння чиста продуктивність фотосинтезу на контрольному варіанті становила 8,02 г/м^2. Проведення позакореневого підживлення у фазі 10 листків підвищувало цей показник до 8,56–8,59 г/м^2, підживлення у фазу викидання волоті 8,48–8,51 г/м^2.

У період цвітіння - молочної стиглості показники чистої продуктивності фотосинтезу були найвищими і на контрольному варіанті становили 8,95 г/м^2, за проведення підживлення у фазі 10 листків цей показник становив 9,37–9,46, у фазі викидання волоті 9,19–9,24, після цвітіння 8,99–9,01 г/м^2.

Чиста продуктивність фотосинтезу у фазі молочно - воскової стиглості знижувалася і на контрольному варіанті становили 5,92 г/м^2. Проведення підживлення фазі 10 листків сприяли підвищенню цього показника до 6,63–6,66 г/м^2, у фазі викидання волоті 6,31–6,37, після цвітіння 6,25–6,34 г/м^2.

При удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ чиста продуктивність фотосинтезу у період сходи – 12 листків становила 4,80 г/м^2 на контрольному варіанті. При проведенні підживлень у фазі 10 листків цей показник збільшився до 4,82–4,85 г/м^2.

У період 12 листків – цвітіння чиста продуктивність фотосинтезу становила 8,12 г/м^2 на контрольному варіанті. Застосування підживлень в 10 листків кукурудзи підвищило цей показник до 8,69–8,72, у фазі викидання волоті – 8,56–8,65 г/м^2.

Період цвітіння – молочної стиглості характеризується найбільшою чистою продуктивністю фотосинтезу. На контрольному варіанті цей показник становив 9,45 г/м^2, при підживленнях у 10 листків – 9,70–9,74 г/м^2, у фазі викидання волоті – 9,54–9,57, після цвітіння – 9,50–9,58 г/м^2.

У період молочно – воскової стиглості чиста продуктивність фотосинтезу знизилася. На контролі цей показник становив 6,27 г/м^2, а при проведенні підживлень у фазі 10 листків – 6,53–6,56, у фазі викидання волоті – 6,45–6,55, після цвітіння – 6,44–6,51 г/м^2.

Підвищення норми добрив сприяло збільшенню чистої продуктивності фотосинтезу. Найбільший позитивний вплив на показники чистої продуктивності фотосинтезу мало проведення позакореневих підживлень мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків. Найменший вплив виявлено при застосуванні підживлень після цвітіння.

3.5 Ефективність застосування фунгіцидів при вирощуванні кукурудзи

Рослини кукурудзи впродовж вегетації можуть уражувати понад 100 видів збудників грибів та бактерій, вірусів та мікоплазм, на розвиток яких значний вплив мають ґрунтово-кліматичні умови та технологічні аспекти.

Важливим фактором є те, що більшість господарств переходять на короткоротаційну сівозміну, або й навіть на монокультуру кукурудзи, що впливає на накопичення інфекції в ґрунті.

Згідно досліджень О. І. Борзих [14], потенційні втрати від хвороб, які уражують різні органи рослин кукурудзи, можуть становити 5 – 60 %. Особливо шкодочинними є пухирчаста і летюча сажки, фузаріоз качанів. У західних областях України значного поширення набувають хвороби листя, стебел та волотей, розвиток яких може перевищувати 50 % [47]. Шкідливість гельмінтоспоріозу або бурої плямистості полягає в передчасному відмиранні листків та, як наслідок, зниженні зернової продуктивності рослин кукурудзи [65]. М. П. Секун та О. В. Сніжок [147] вказують на те, що у зоні західного Полісся розвиток темної плісняви, сірої гнилі та фузаріозу сягали 7,0 %, а гельмінтоспоріозу – 15,9 %.

Дослідження, проведені В. М. Вох, О. Ф. Антоненком та Ф. С. Галишем [24] вказують, що в умовах Хмельницького інституту АПВ поширення гельмінтоспоріозу кукурудзи становить 11,0–53,3 % розвитком 1,2–11,5 балів залежно від гібридного складу.

За результатами проведених досліджень застосування фунгіцидів впливало на розвиток та поширення гельмінтоспоріозу кукурудзи (дод. Е. 1–3, табл. 3.7).

У фазі 12 листків кукурудзи розвиток гельмінтоспоріозу становив 6,8–7,1 %, поширення 8,9–11,3 %. Одноразове застосування фунгіциду зменшило розвиток гельмінтоспоріозу до 3,6 %, поширення – 5,8–6,0 %.

На контрольному варіанті розвиток гельмінтоспоріозу у фазі цвітіння становив 15,7 %, поширення – 17,1 %. Одноразове застосування фунгіциду у фазу 10 листків сприяло зниженню розвитку до 7,6 %, а поширення – до 9,5 %. У період воскової стиглості розвиток становив на контролі 29,9 %, поширення – 34,7, а при застосуванні Абакусу – 13,9 розвиток та 16,0 % – поширення хвороби.

Таблиця 3.7

Розвиток гельмінтоспоріозу (*Helminthosporium turcicum Pass.*) на рослинах кукурудзи (2018–2020 рр.), %

Фази фунгіцидних обробок	12 листків		Цвітіння		Воскова стиглість	
	Р.*	П.**	Р.*	П.**	Р.*	П.**
1. Контроль (без фунгіцидів)	7,1	11,3	15,7	17,1	29,9	34,7
Абакус (1,5 л/га)						
2. 10 листків (ВВСН 20)	3,6	5,8	7,6	9,5	13,9	16,0
3. Викидання волоті (ВВСН 59)	7,0	6,9	9,5	12,2	14,0	16,2
4. Після цвітіння (ВВСН 69)	6,9	11,1	15,5	15,4	16,6	17,4
5. Налив зерна (ВВСН 75)	6,9	11,2	15,5	17,0	18,0	19,3
Абакус (1,5 л/га) ; Коронет (0,7 л/га)						
6. 10 листків; викидання волоті (ВВСН 20; 59)	3,5	6,1	4,8	7,3	7,1	9,1
7. 10 листків; після цвітіння (ВВСН 20 ; 69)	3,5	6,0	7,7	9,3	8,3	9,5
8. 10 листків; налив зерна (ВВСН 20; 75)	3,6	5,8	7,6	9,4	8,7	10,2
9. Викидання волоті; після цвітіння (ВВСН 59; 69)	6,9	6,8	9,3	12,4	14,2	13,8
10. Викидання волоті; налив зерна (ВВСН 59; 75)	6,8	8,9	9,5	12,5	14,7	15,4
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га)						
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння (ВВСН 20; 59; 69)	3,4	6,0	4,1	6,8	4,4	7,8
12. Викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 59; 69; 75)	7,0	8,9	9,4	12,3	10,2	11,6
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га); Аканто (1,0 л/га)						
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 20; 59; 69; 75)	3,3	5,8	3,9	6,7	4,0	7,2
НІР $_{0,5}$ % 2018	0,2;	0,2;	0,5;	0,4;	0,8;	0,8;
НІР $_{0,5}$ % 2019	0,2;	0,2;	0,4;	0,3;	0,7;	0,7;
НІР $_{0,5}$ % 2020	0,2	0,3	0,6	0,5	1,0	1,1

Примітка: Р.* – розвиток; П.** – поширення.

Дещо менш ефективними були обробки рослин кукурудзи у фазі викидання волоті, оскільки перші симптоми ураження рослин гельмінтоспоріозу спостерігали у фазі 10 листків. Розвиток гельмінтоспоріозу у фазі воскової стиглості становив 14,0, поширення – 16,2 %.

Застосування фунгіциду після цвітіння сприяло зниженню розвитку гельмінтоспоріозу на 13,3 порівняно з контролем, який становив 16,6 %. Поширення хвороби також було меншим від контролю – 17, 4 %.

Найменшу ефективність проти розвитку гельмінтоспоріозу серед варіантів однократного застосування препаратів спостерігали за обприскування Абакусом у період наливу зерна. Розвиток хвороби становив 18,0, що на 11,9 % менше від контролю, поширення – 19,3 %.

Обробка рослин у фазу 10 листків та в період викидання волоті була найбільш ефективною серед варіантів двократного застосування фунгіцидів.

Розвиток гельмінтоспоріозу становив 7,1 %, що на 22,8 % менше від контролю, поширення – 9,1 %, що на 25,6 % менше від контролю у фазі воскової стиглості.

Застосування фунгіцидів у 10 листків та після цвітіння також мало високу ефективність. Розвиток гельмінтоспоріозу у фазі воскової стиглості становив 8,3 %, що на 21,6 % менше від контролю, поширення – 9,5 %, що на 25,2 % менше від контролю.

Застосування фунгіцидів у варіанті 8) 10 листків та наливу зерна знижували розвиток гельмінтоспоріозу до 8,7 %, поширення – 10,2 % у фазі воскової стиглості.

Меншу ефективність мали обробки у наприкінці вегетації кукурудзи. Проведення обприскувань у фазу викидання волоті та після цвітіння знижували розвиток гельмінтоспоріозу порівняно з контролем на 15,7 %, який становить 14,2, поширення – на 20,9, що становить 13,8 %. За обробки викидання волоті та наливу зерна розвиток становив 14,7, поширення – 14,1 %.

Триразове застосування фунгіцидів у фазі 10 листків, викидання волоті та після цвітіння забезпечило зниження розвитку гельмінтоспоріозу на 25,5 %, і

становив 4,4, поширення порівняно з контролем знизилося 26,9, і становив 7,8%. Обприскування у фазі викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна стримало розвиток гельмінтоспоріозу на рівні 10,2, поширення – 11,6 %.

Найкращий захист від гельмінтоспоріозу кукурудзи забезпечив варіант чотириразового застосування фунгіцидів у фази 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна. Розвиток на цьому варіанті становив 4,0 %, що менше від контролю на 25,9, поширення – 7,2, що на 27,5 % менше від контролю у фазі воскової стиглості.

Розвиток гельмінтоспоріозу відрізнявся у роки досліджень (рис. 3.1). У 2018 р. у фазі воскової стиглості розвиток гельмінтоспоріозу становив 31,2 %, у 2019 р. – 24,2, а у 2020 р. – 34,3 %. Це, ймовірно, пов’язано з кліматичними особливостями умов років досліджень.

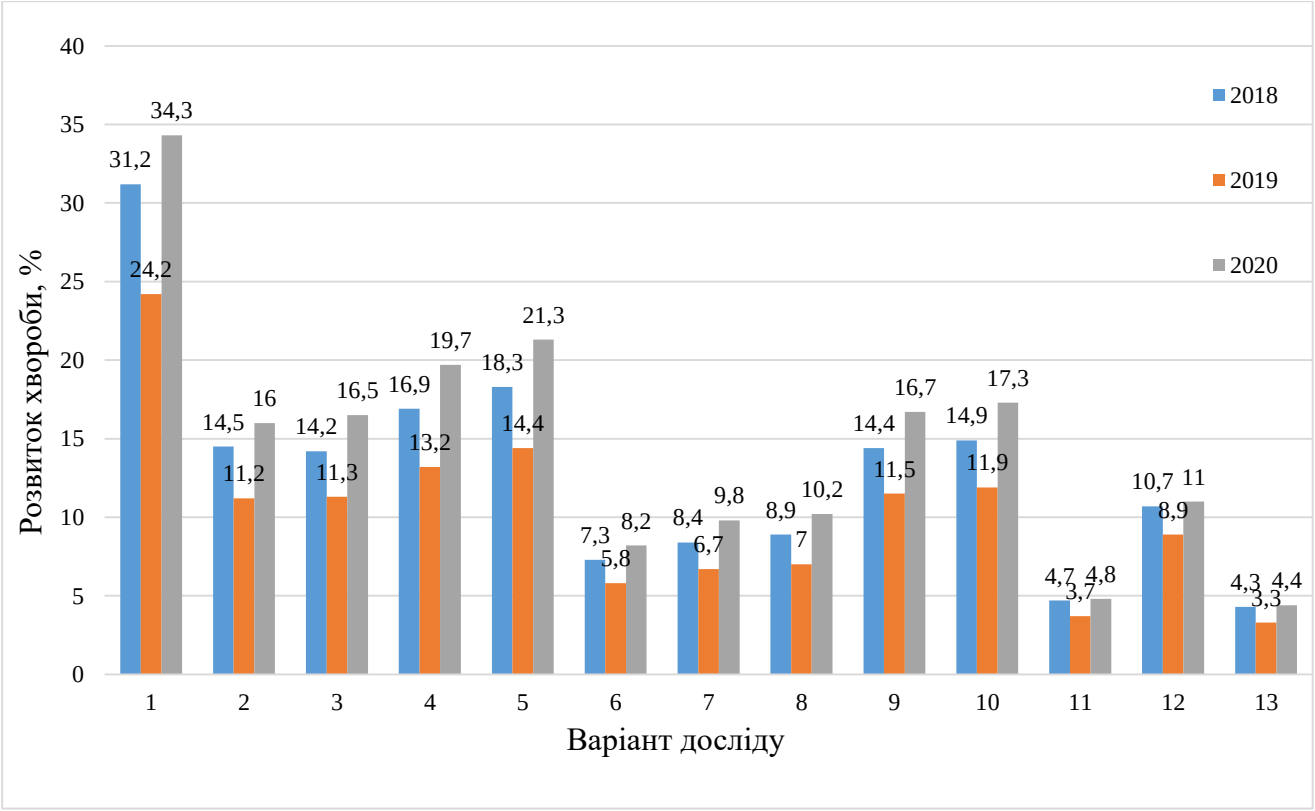

Рис. 3.1 **Розвиток гельмінтоспоріозу (*Helminthosporium turcicum Pass.*) кукурудзи в роки досліджень (2018–2020 рр.), %**

При застосуванні фунгіцидів в фазі 10 листків рзвиток гельмінтоспоріозу становив 11,2–16,0 % залежно від року досліджень.

Ефективним також було дворазове застосування фунгіцидів у фазі 10 листків; викидання волоті та 10 листків; після цвітіння, де розвиток хвороби становив 6,7–10,2 %.

Найбільшу ефективність застосування фунгіцидів спостерігали за триразового обприскування у варіанті 10 листків; викидання волоті; після цвітіння, де розвиток гельмінтоспоріозу становив 3,7–4,8 % та чотириразового – у фазі 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна, де розвиток хвороби становив 3,3–4,4 % залежно від року досліджень.

Згідно досліджень Dey U. з співавторами [215], втрати врожаю через іржу кукурудзи становили 11,75–60,53 %. Застосування шести обробок фунгіцидом повністю контролювали хворобу. Федоренко В. П., Пащенко Ю. М., Дудка Е. Л. [168] вказують, що в умовах Лісостепу Західного втрати врожаю кукурудзи від іржі становлять 5–10 % в середньому.

За результатами наших досліджень відзначено різний ступінь прояву іржі кукурудзи залежно від застосування фунгіцидів (дод. Ж.1–3, табл. 3.8). На контрольному варіанті розвиток у фазі воскової стиглості становив 22,3, поширення – 25,6 %. Застосування фунгіциду в 10 листків стримало розвиток хвороби, який у фазі воскової стиглості становив 9,5, поширення – 12,4 %. Обприскування у фазу викидання волоті сприяло зниженню розвитку до 7,5 %, а поширення – 14,9 % у фазі воскової стиглості, що менше від контролю відповідно на 12,8 та 13,2 %. Обробка рослин після цвітіння та під час наливу зерна мала найменший вплив на розвиток іржі. Розвиток становив 17,6-18,3 %, поширення – 15,8–17,6 %. Серед варіантів дворазової обробки фунгіцидом найефективнішим проти іржі кукурудзи виявилося обприскування у фазу 10 листків та викидання волоті, де розвиток становив 5,9, а поширення – 10,1 %.

Високий захист від іржі також спостерігали на інших варіантах дворазового застосування фунгіцидів, де розвиток становив 6,8–7,4, а поширення – 10,6–11,5 %.

Таблиця 3.8

Розвиток іржі (*Puccinia sorghi Schw.*) на рослинах кукурудзи (2018–2020 рр.), %

Строки фунгіцидних обробок		12 листків		Цвітіння		Воскова стиглість	
		Р.*	П.**	Р.*	П.**	Р.*	П.**
1. Контроль (без фунгіцидів)		4,7	8,4	15,8	21,9	22,3	25,6
Абакус (1,5 л/га)							
2. 10 листків (ВВСН 20)		1,1	4,8	4,5	7,4	9,5	12,4
3. Викидання волоті (ВВСН 59)		4,7	8,2	5,2	9,2	7,4	14,9
4. Після цвітіння (ВВСН 69)		4,6	8,3	15,7	21,6	17,6	15,8
5. Налив зерна (ВВСН 75)		4,5	8,2	15,6	21,7	18,3	17,6
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га)							
6. 10 листків; викидання волоті (ВВСН 20; 59)		1,1	4,7	3,5	5,4	5,9	10,1
7. 10 листків; після цвітіння (ВВСН 20; 69)		1,2	4,8	4,4	7,5	7,3	10,6
8. 10 листків; налив зерна (ВВСН 20; 75)		1,1	4,7	4,6	7,6	7,4	11,3
9. Викидання волоті; після цвітіння (ВВСН 59; 69)		4,5	8,1	5,3	8,8	7,1	11,5
10. Викидання волоті; налив зерна (ВВСН 59; 75)		4,7	8,2	5,2	9,2	6,8	10,8
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га)							
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння (ВВСН 20; 59; 69)		1,2	4,6	2,6	5,3	3,5	8,5
12. Викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 59; 69; 75)		4,6	8,1	5,1	9,0	6,2	9,7
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га); Аканто (1,0 л/га)							
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 20; 59; 69; 75)		1,1	4,4	2,4	5,3	2,9	8,1
НІР $_{0,5}$ %	2018	0,2	0,7	0,8	0,3	0,8	0,6
	2019	0,3	0,5	0,6	0,2	0,6	0,4
	2020	0,2	0,8	1,0	0,3	0,9	0,7

Примітка: Р.* – розвиток; П.** – поширення.

При триразовому застосуванні фунгіцидів (Абакус; Коронет; Кустодія) у фазі 10 листків, викидання волоті та після цвітіння розвиток іржі становив 3,5, поширення – 8,5 %, що менше від контролю на 18,8 та 17,1 %, відповідно. Дещо меншу ефективність показав варіант застосування фунгіцидів у фазі викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна, оскільки ураження рослин відмічалося з утворенням 10 листка кукурудзи, проте проведення обприскувань стримало розвиток хвороби, який становив 6,2, поширення – 9,7 Найкращий захист від іржі кукурудзи отримали у варіанті чотириразового застосування фунгіцидів у фази 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна, які максимально стримували розвиток іржі. У цьому варіанті розвиток становив 2,9 %, що менше від контролю на 19,4 %, поширення – 8,1 %, що на 17,5 % менше від контролю.

Розвиток іржі відрізнявся в роки досліджень (рис. 3.2). У 2018 р. розвиток іржі у фазі воскової стиглості становив 22,8 %, у 2019 р. – 17,1, а у 2020 р. – 27,0 %.

При застосуванні фунгіциду у фазі 10 листків розвиток іржі становив 7,4–11,0 % залежно від року досліджень, а при обробці фунгіцидом у фазі викидання волоті – 6,0–8,3 %. За дворазового застосування фунгіцидів у фазі 10 листків; викидання волоті розвиток іржі становив 4,7–6,7 %, у 10 листків; після цвітіння – 5,3–8,3 %, у 10 листків; налив зерна – 5,9–8,4 %. При застосуванні фунгіцидів у фазі викидання волоті; після цвітіння розвиток іржі становив 5,7–8,0 %, у фазі викидання волоті ; наливу зерна – 5,4–7,8 %.

При триразовому застосуванні фунгіцидів у фазі 10 листків, викидання волоті та після цвітіння розвиток іржі становив 2,8–3,9 % залежно від року досліджень. Найбільшу ефективність проти іржі кукурудзи забезпечило застосування препаратів у фазі 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна, де розвиток іржі становив 2,5–3,4 %.

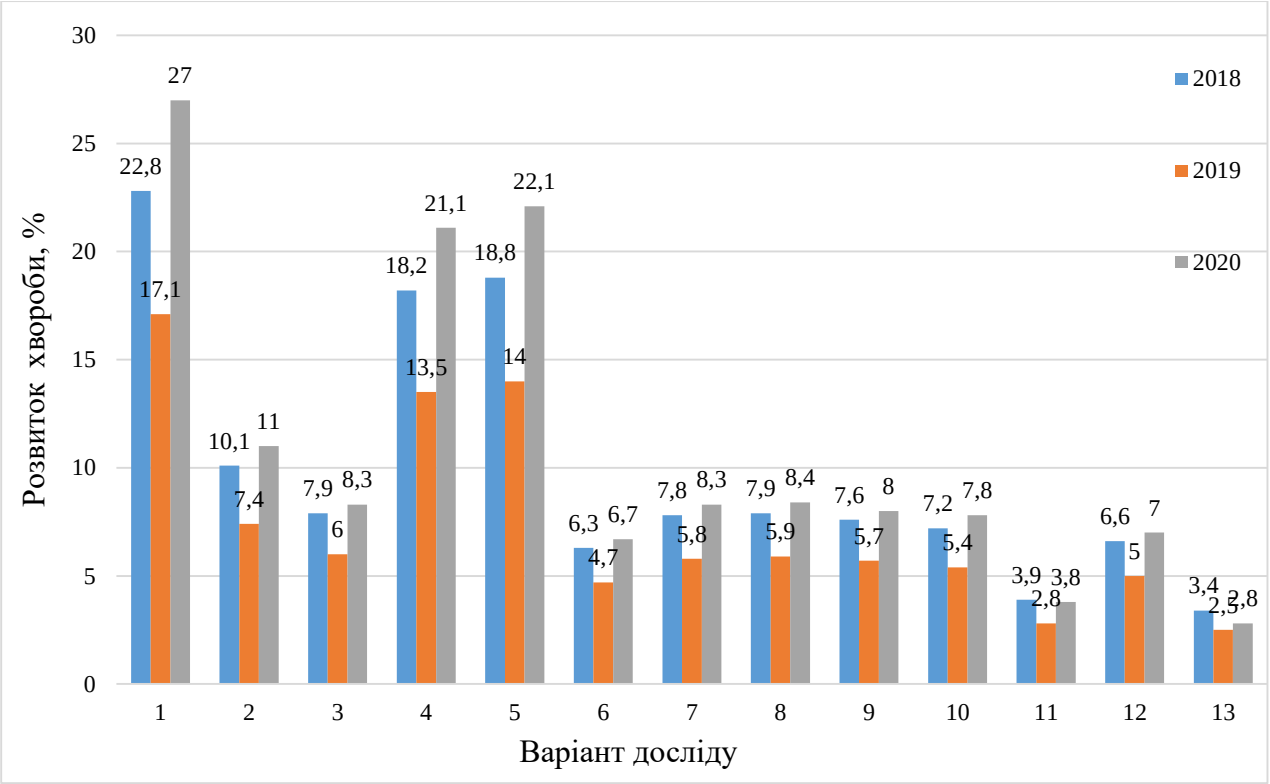

Рис. 3.2 **Розвиток іржі (*Puccinia sorghi Schw.)* кукурудзи у фазі воскової стиглості в роки досліджень (2018–2020 рр.), %**

Серед комплексу заходів для контролю фузаріозу качанів кукурудзи важливе місце займають фунгіцидні обприскування.

У наших дослідженнях застосування фунгіцидів впливало на розвиток фузаріозу качанів у рослинах кукурудзи (дод. И. 1–3, табл. 3.9).

На контрольному варіанті (без застосування фунгіцидів) розвиток хвороби становив 7,6 %, поширення – 16,4 %. При обробці фунгіцидом у фазу 10 листків спостерігали зниження розвитку хвороби до 4,4 %, поширення – 13,2%. Одноразове обприскування Абакусом у пізніші терміни вегетації сприяло зменшенню розвитку фузаріозу до 3,6–3,8 %, а поширення – 9,7–10,4%.

Вищу ефективність препаратів проти фузаріозу качанів отримали за дворазової обробки фунгіцидами. За обприскування у фазу 10 листків; викидання волоті розвиток хвороби становив 2,6 %, поширення – 4,3; у варіанті 10 листків та після цвітіння – 2,7 розвиток, 4,5 – поширення; у варіанті 10 листків та наливу зерна – розвиток становив 2,8, поширення 4,6 %.

Таблиця 3.9

Розвиток фузаріозу (*Fusarium verticillioides (Sacc.) Nirenberg*) качанів на рослинах кукурудзи (2018–2020 рр.),%

Фази фунгіцидних обробок		Розвиток	Поширення
1. Контроль (без фунгіцидів)		7,6	16,4
Абакус (1,5 л/га)			
2. 10 листків (ВВСН 20)		4,4	13,2
3. Викидання волоті (ВВСН 59)		2,8	10,4
4. Після цвітіння (ВВСН 69)		3,7	9,8
5. Налив зерна (ВВСН 75)		3,8	9,7
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га)			
6. 10 листків; викидання волоті (ВВСН 20; 59)		1,9	4,3
7. 10 листків; після цвітіння (ВВСН 20; 69)		2,7	4,5
8. 10 листків; налив зерна (ВВСН 20; 75)		2,8	4,6
9. Викидання волоті; після цвітіння (ВВСН 59; 69)		1,7	4,4
10. Викидання волоті; налив зерна (ВВСН 59; 75)		1,7	4,2
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га)			
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння (ВВСН 20; 59; 69)		1,2	3,7
12. Викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 59; 69; 75)		1,2	3,3
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га); Аканто (1,0 л/га)			
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 20; 59; 69; 75)		1,1	3,1
НІР $_{0,5}$ %	2018	0,2	0,5
	2019	0,3	0,6
	2020	0,2	0,4

Найвищу ефективність серед дворазового застосування фунгіциду отримали у варіантах викидання волоті та після цвітіння, де розвиток становив 1,9 %, поширення – 4,4 та викидання волоті та налив зерна, де розвиток становив 1,8, поширення – 4,2%. При застосування фунгіцидів тричі – у фазу 10

листків, викидання волоті та після цвітіння розвиток хвороби становив 1,2 %, поширення – 3,7%.

У варіантах триразового застосування фунгіцидів розвиток фузаріозу становив 1,2, поширення 3,3–3,7 %.

Найефективнішим варіантом захисту кукурудзи від фузаріозу качанів виявилось чотириразове застосування фунгіцидів у фазу 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна, при якій розвиток фузаріозу становив 1,1, поширення – 3,1%.

Розвиток фузаріозу відрізнявся в роки проведення досліджень (рис. 3.3).

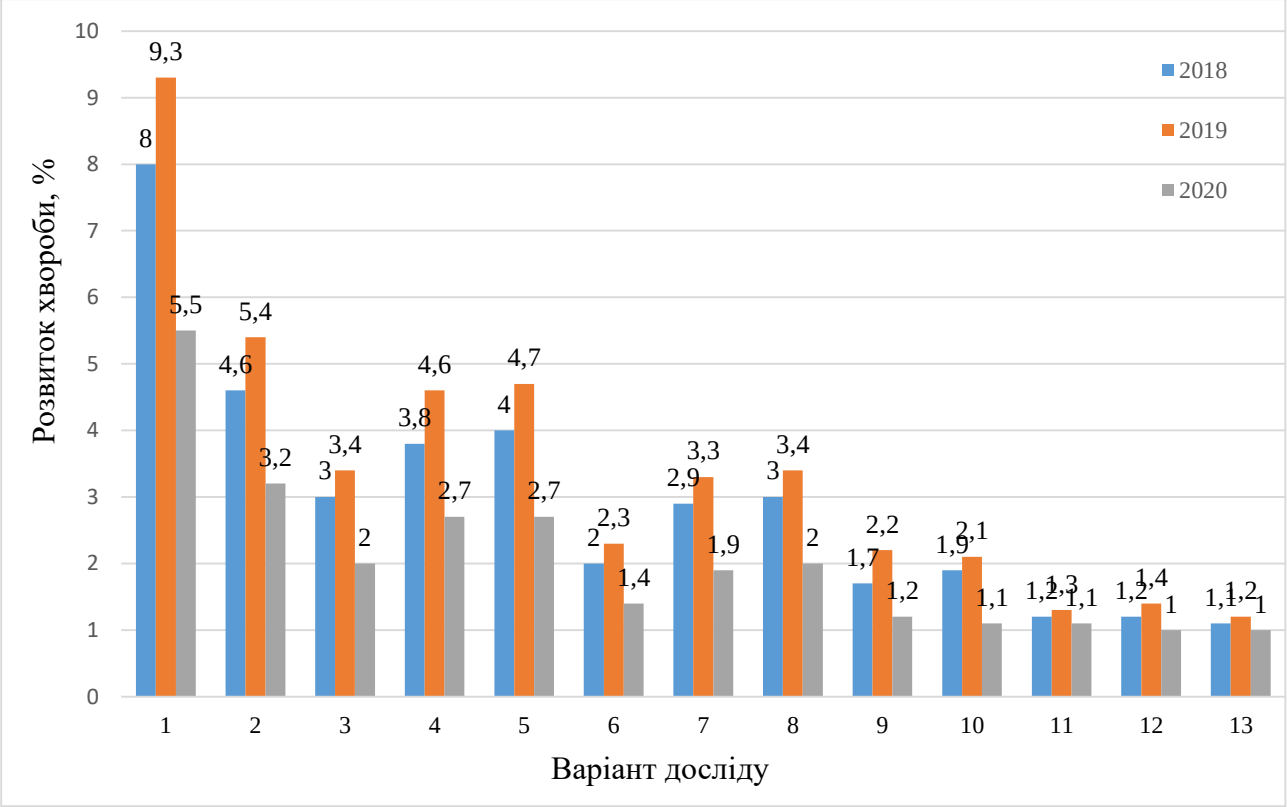

Рис. 3.3 **Розвиток фузаріозу (*Fusarium verticillioides (Sacc.) Nirenberg*) кукурудзи за роки досліджень (2018–2020 рр.), %**

Найбільшого розвитку хвороба набула у 2019 р., що становить 9,3 % на контрольному варіанті.

У 2018 р. розвиток фузаріозу становив 8,0 %, у 2020 р. – 5,5 %. При застосуванні фунгіциду у фазі 10 листків розвиток фузаріозу становив 3,2–5,4 %. При одноразовому обприскуванні фунгіцидом у фазі викидання волоті

розвиток хвороби становив 2,0–3,0 %, після цвітіння та наливу зерна – 2,7–4,7%.

Серед варіантів дворазового застосування фунгіцидів більшу ефективність мали фунгіцидні обробки у пізні терміни вегетації – у викидання волоті; після цвітіння та викидання волоті; наливу зерна, де розвиток хвороби становив 1,0–2,1 % залежно від року досліджень.

Чотириразове застосування фунгіцидів забезпечило найнижчий розвиток фузаріозу, що становить 1,0–1,2 % у роки досліджень.

На розвиток та поширення хвороб кукурудзи впливає багато чинників, зокрема вагомий вплив мають температура та опади впродовж вегетації.

Проведена нами оцінка ефективності препаратів свідчить, що фунгіциди, які застосовувались у варіантах досліду забезпечували зменшення розвитку основних хвороб кукурудзи (табл. 3.10).

Однократне застосування фунгіциду Абакус у фазі 10 листків кукурудзи мало 42,1 % ефективності проти фузаріозу, 53,5 % проти гельмінтоспоріозу та 57,4 % проти іржі.

Обприскування препаратом у фазі викидання волоті було найефективнішим серед варіантів однократного застосування фунгіцидів, оскільки саме в цей період онтогенезу рослини найбільш вразливі до ураження хворобами.

Технічна ефективність проти гельмінтоспоріозу становила 53,5 %, проти іржі 66,8 %, проти фузаріозу – 63,1 %.

Застосування фунгіцидів після цвітіння та в період наливу зерна мали меншу ефективність проти гельмінтоспоріозу – 39,8–44,5 % та іржі – 17,9–21,1 %, проте захист від фузаріозу становив 50,0–51,3 %.

Обприскування фунгіцидами у фазах 10 листків та викидання волоті (Абакус; Коронет) забезпечило найкращу ефективність серед дворазового застосування препаратів, і становило 76,2 % проти гельмінтоспоріозу, 73,5 % проти іржі та 75,0 % проти фузаріозу качанів.

Таблиця 3.10

Технічна ефективність застосування фунгіцидів на посівах кукурудзи (2018–2020 рр.), %

Фази фунгіцидних обробок	Гельмінто-споріоз	Іржа	Фузаріоз
1. Контроль (без фунгіцидів)	-	-	-
Абакус (1,5 л/га)			
2. 10 листків (ВВСН 20)	53,5	57,4	42,1
3. Викидання волоті (ВВСН 59)	53,2	66,8	63,1
4. Після цвітіння (ВВСН 69)	44,5	21,1	51,3
5. Налив зерна (ВВСН 75)	39,8	17,9	50,0
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га)			
6. 10 листків; викидання волоті (ВВСН 20; 59)	76,2	73,5	75,0
7. 10 листків; після цвітіння (ВВСН 20; 69)	72,2	68,2	64,5
8. 10 листків; налив зерна (ВВСН 20; 75)	70,9	66,8	63,2
9. Викидання волоті; після цвітіння ВВСН 59; 69)	52,5	68,2	77,6
10. Викидання волоті; налив зерна (ВВСН 59; 75)	50,8	69,5	77,6
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га)			
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння (ВВСН 20; 59; 69)	85,3	84,3	84,2
12. Викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 59; 69; 75)	65,9	72,2	84,2
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га); Аканто (1,0 л/га)			
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 20; 59; 69; 75)	86,6	87,0	85,5

Триразове обприскування посівів кукурудзи у фази 10 листків, викидання волоті та після цвітіння забезпечило зменшення розвитку гельмінтоспоріозу на 85,3 %, іржі – на 84,3 %, фузаріозу качанів – на 84,2 %.

Проведення обробок у фазу викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна мали меншу ефективність проти розвитку гельмінтоспоріозу та іржі – 65,9 % та 72,2 %, порівняно з попереднім варіантом.

Найвищу технічну ефективність проти усіх досліджуваних хвороб одержали за чотириразового застосування фунгіцидів – у фазах 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна, що становить 86,6 % ефективності проти гельмінтоспоріозу, 87,0 % проти іржі та 85,5 % проти фузаріозу качанів кукурудзи.

Обробки у фазі 10 листків та викидання волоті сприяли захисту в першу чергу від гельмінтоспоріозу та іржі. Обприскування рослин кукурудзи після цвітіння та під час наливу зерна головним чином спрямовувались на захист від фузаріозу качанів, оскільки саме в цей час відбувається ураження збудником. Застосування фунгіцидів у різні терміни впродовж вегетації дозволили максимально вберегти рослини від хвороб та сприяли повноцінному росту та розвитку.

3.6 Структура врожаю рослин кукурудзи залежно від удобрення

Характеристика структурних елементів врожаю відображає вплив того чи іншого елементу технології вирощування. Аналіз цих показників є важливим, оскільки саме елементи структури обумовлюють врожайність культури.

Встановлено, що низка структурних ознак, наприклад кількість рядів зерен, є більш стійкими до умов навколишнього середовища, коли інші ефективніше відгукуються на елементи технології [160].

У середньому за роки досліджень встановлено, що збільшення норми добрив позитивно впливало на структурні показники врожаю кукурудзи (табл. 3.11).

При застосуванні добрив у нормі $N_{80}P_{40}K_{60}$ кількість рядів зерен становила 14,3–14,6. Підвищення норми добрив до $N_{120}P_{80}K_{90}$ сприяло збільшенню кількості рядів зерен до 15,4–15,6. А при застосування добрив у

нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ отримали найвищу кількість рядів зерен, що становить 15,8–16,0.

Застосування підживлень у фази 10 листків, викидання волоті та після цвітіння не мало впливу на цей показник, оскільки кількість рядів зерен формується на 2-3 етапі органогенезу качана, який співпадає з утворенням 7 листка кукурудзи [92].

Під впливом удобрення також змінювалася кількість зерен в ряді. На фоні добрив $N_{80}P_{40}K_{60}$ на контрольному варіанті цей показник становив 32,0. Позакореневе підживлення у фазу 10 листків підвищило цей показник до 33,7–33,8, що більше від контролю на 5,3–5,6 %. Склад позакореневого підживлення не мав суттєвого впливу.

При застосуванні позакореневого підживлення у фази викидання волоті та після цвітіння не виявлено впливу на кількість рядів зерен, оскільки вони вже сформовані. На цих варіантах даний показник становив 31,9–32,4.

Збільшення норми добрив до $N_{120}P_{60}K_{100}$ сприяло збільшенню кількості рядів зерен до 33,3 на контролі. Проведення позакореневого підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків сприяло підвищенню цього показника до 34,7, що на 4,2 % більше від контролю.

За проведення позакореневого підживлення у фазах викидання волоті і після цвітіння кількість рядів зерен становила 33,1–33,4.

Найбільший вплив на кількість зерен в ряді спостерігали за удобрення у нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ – 35,5 на контрольному варіанті.

При проведенні позакореневого підживлення у фазі 10 листків мікродобривами кількість рядів зерен становила 36,7, що на 3,7 % більше від контролю, мікродобривами та карбамідом – 37,7, що на 6,2 % більше від контролю; мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 38,1, що на 7,3 % більше від контролю.

Таблиця 3.11

Структура врожаю кукурудзи залежно від застосування добрив та мікродобрив (2018–2020 рр.)

Норма добрив (А)	Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Кількість рядів зерен, шт.	Кількість зерен у ряді, шт.	Маса зерна з 1 качана, г
$N_{80}P_{40}K_{60}$	Контроль	–	14,5	32,0	129,2
	10 листків	1*	14,3	33,7	134,7
		2*	14,6	33,8	135,4
		3*	14,5	33,8	137,1
	викидання волоті	1*	14,3	32,4	136,8
		2*	14,3	32,4	137,9
		3*	14,3	32,3	139,7
	після цвітіння	1*	14,5	31,9	137,6
		2*	14,4	32,1	139,7
		3*	14,4	32,0	141,9
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль	–	15,4	33,3	150,1
	10 листків	1*	15,5	34,4	157,3
		2*	15,5	34,6	159,2
		3*	15,6	34,7	161,1
	викидання волоті	1*	15,5	33,1	161,0
		2*	15,5	33,4	161,1
		3*	15,6	33,3	164,5
	після цвітіння	1*	15,5	33,4	160,8
		2*	15,4	33,2	162,7
		3*	15,5	33,3	164,9
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль	–	15,9	35,5	174,9
	10 листків	1*	15,8	36,7	182,7
		2*	16,0	37,7	186,1
		3*	16,0	38,1	188,4
	викидання волоті	1*	15,9	35,4	189,5
		2*	15,9	35,7	193,4
		3*	16,0	35,7	194,5
	після цвітіння	1*	15,8	35,6	187,3
		2*	15,9	35,5	196,4
		3*	15,8	35,6	200,5
$НІР_{0,5}$	А; В; С	2018	0,5; 0,1; 0,03	0,9; 0,3; 0,03	15,0; 2,1; 0,3
		2019	0,9; 0,5; 0,02	1,1; 0,2; 0,03	14,9; 2,1; 0,4
		2020	0,4; 0,1; 0,02	1,0; 0,3; 0,02	13,7; 3,9; 0,6

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід, 5 % + сульфат магнію, 5 %.

Маса зерна з 1 качана змінювалася під впливом добрив. При удобренні $N_{80}P_{40}K_{60}$ маса зерна з 1 качана становила 129,2 г на контрольному варіанті. При застосуванні позакореневого підживлення мікродобривами цей показник становив 134,7 г, що на 5,5 г більше від контролю. Застосування мікродобрив та карбаміду сприяли збільшенню маси зерна з 1 качана до 135,4 г, мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – до 137,1 г, що на 7,9 г або 6,1 % більше від контролю.

Згідно наведених даних можемо зробити висновок, що проведення позакореневих підживлень у фазі 10 листків збільшували масу зерна з качана завдяки підвищенню кількості зерен, а підживлення під час викидання волоті та після цвітіння – шляхом збільшення маси зернівок.

При застосуванні позакореневих підживлень у фазу викидання волоті маса зерна з 1 качана становила 136,8 - 139,7 г, а при обробках після цвітіння – 137,6–141,9 г, що на 8,4–12,7 г, або 6,5–9,8% більше від контрольного варіанту.

При застосуванні підживлень у фазі викидання волоті маса зерна з качана зросла на 10,6–14,4 г порівняно з контролем, і становила 161,0–164,5 г. Проведення позакореневих підживлень після цвітіння сприяло підвищенню маси зерна з качана до 160,8–164,9 г, що на 10,7–14,8 г, або 7,1–9,9 % більше від контролю.

Найбільший приріст маси зерна з качана отримали при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ залежно від варіанту. На контрольному варіанті цей показник становив 174,9 г. За проведення підживлень у фазі 10 листків приріст становив 7,8–13,5 г, або 4,5–7,7 %, маса зерна з качана складала 182,7–188,4 г.

Підживлення у фазі викидання волоті сприяли збільшенню маси зерна з качана до 189,5–194,5 г, що на 14,6–19,6 г, або 8,3–11,2 %.

Найбільший вплив на масу зерна з качана мало підживлення після цвітіння. Маса зерна з качана у цьому варіанті становила187,3–200,5 г, що забезпечило 12,4–25,6 г, або 8,5–16,6 % приросту відносно контролю.

Висновки до розділу 3:

1. Рівень основного удобрення, фази застосування та склад мікродобрив впливають на висоту рослин та висоту прикріплення нижнього качана. Найбільшу висоту рослини кукурудзи сформували за удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведення позакореневого підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі ВВСН 20 (10 листків), за якого висота рослин становила 256 см, що більше від контролю на 8 см. На цьому ж варіанті була найбільша висота прикріплення нижнього качана – 128 см, що більше на 11 см від контролю.

2. Найбільша площа листкової поверхні була за підживлення рослин кукурудзи у фазі 10 листків мікродобривами, карбамідом 5 %-м розчином та сульфатом магнію 5 %-м розчином на всіх рівнях удобрення.

3. Величина фотосинтетичного потенціалу залежала від удобрення. Найвище значення зафіксоване за удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ та підживлення у фазі 10 листків мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію.

4. Чиста продуктивність фотосинтезу була найвищою за удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ та підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі викидання волоті.

5. Добрива та підживлення також впливали на накопичення сухої маси. Найвищий показник – 26,22 т/га отримали у варіанті підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків за удобрення в нормі $N_{160}P_{80}K_{140.}$

6. Чотириразове застосування фунгіцидів найкраще контролювало хвороби кукурудзи. У цьому варіанті розвиток гельмінтоспоріозу становив 4,0 %, що на 27,5 % менше контролю, іржі – 2,9 %, що на 19,4 менше від контролю, фузаріозу – 1,1 %, що на 6,5 % менше від контролю.

7. Технічна ефективність препаратів при чотириразовій обробці фунгіцидами становила: 86,6 % проти гельмінтоспоріозу, 87,0 % проти іржі та 85,5 % проти фузаріозу.

8. Підвищення фону добрив позитивно впливало на кількість рядів зерен та кількість зерен в ряді. Проведення позакореневих підживлень в фазі 10 листків сприяло незначному збільшенню кількості рядів зерен, підживлення у фазу викидання волоті та після цвітіння не мали впливу на цей показник.

9. Маса зерна з качана збільшувалась під впливом удобрення та проведення підживлень. Найбільший вплив відзначено при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ та позакореневому підживленні мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію після цвітіння, де приріст становив 25,6 г, або 14,6 %.

Матеріали досліджень висвітлено у наукових працях [87, 184, 186, 187, 189, 190].

РОЗДІЛ 4

ФОРМУВАННЯ РІВНЯ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ

4.1 Урожайність кукурудзи за різних норм удобрення

Одним із головних показників, які визначають ефективність технології вирощування культур є врожайність. На формування врожайності впливає низка чинників, такі як ґрунтово-кліматичні умови, сорт чи гібрид, достатня кількість поживних елементів, контроль бур'янів, шкідників та хвороб та ін.

Вагомий вплив на рівень врожайності має внесення мінеральних добрив. Це зумовлено, в першу чергу, великою кількістю вегетативної маси, яку формує кукурудза та засвоєнням великої кількості поживних речовин за відносно невеликий період інтенсивного росту рослин. Не менш важливим у живленні кукурудзи є співвідношення поживних елементів N : P : K, яке становить 1 : 0,4 : 0,7, а при підвищенні врожайності змінюється на 1 : 0,34 : 1,2 [86]. Збалансоване живлення сприяє оптимальному росту та розвитку рослин, а також реалізації генетичного потенціалу.

Покращити живлення рослин під час вегетації можна за допомогою позакореневого підживлення. Застосування мікродобрив позитивно впливає на рослини кукурудзи, оскільки мікроелементи беруть участь в окисно-відновлювальних процесах та сприяють підвищенню інтенсивності фотосинтезу, що в свою чергу, впливає на врожайність.

Результати наших досліджень свідчать про те, що на рівень врожайності кукурудзи вагомий вплив мали гідротермічні умови за роками досліджень, а також досліджувані фактори, а саме норми добрив, строк проведення позакореневих підживлень та склад добрив, який використовували для підживлень (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Врожайність кукурудзи залежно від удобрення та позакореневого підживлення (2018–2020 рр.), т/га

Норма добрив (А)	Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Рік					
			2018	2019	2020	середнє	± до контролю	
							т/га	%
$N_{80}P_{40}K_{60}$	контроль	–	9,23	11,32	9,40	9,98	-	-
	10 листків	1*	9,99	11,63	10,03	10,55	0,57	5,7
		2*	10,18	11,81	10,29	10,76	0,78	7,8
		3*	10,37	11,95	10,41	10,91	0,93	9,3
	викидання волоті	1*	9,78	11,53	9,86	10,39	0,41	4,1
		2*	9,83	11,6	9,91	10,45	0,47	4,7
		3*	9,85	11,77	9,97	10,53	0,55	5,5
	після цвітіння	1*	9,32	11,43	9,52	10,09	0,11	1,1
		2*	9,48	11,51	9,73	10,24	0,26	2,6
		3*	9,61	11,75	9,86	10,41	0,43	4,3
$N_{120}P_{60}K_{100}$	контроль	–	10,63	12,34	10,67	11,21	-	-
	10 листків	1*	11,29	12,59	11,37	11,75	0,54	4,8
		2*	11,44	12,77	11,58	11,93	0,72	6,4
		3*	11,60	12,90	12,04	12,18	0,97	8,7
	викидання волоті	1*	11,08	12,46	11,09	11,54	0,33	2,9
		2*	11,19	12,67	11,28	11,71	0,5	4,5
		3*	11,26	12,81	11,34	11,80	0,59	5,3
	після цвітіння	1*	10,78	12,46	10,86	11,37	0,16	1,4
		2*	10,86	12,55	10,91	11,44	0,23	2,1
		3*	10,93	12,72	11,02	11,56	0,35	3,1
$N_{160}P_{80}K_{140}$	контроль	–	11,58	13,16	11,84	12,19	-	-
	10 листків	1*	12,76	13,52	12,29	12,86	0,67	5,5
		2*	12,97	13,70	12,51	13,06	0,87	7,1
		3*	13,24	13,84	12,63	13,24	1,05	8,6
	викидання волоті	1*	12,20	13,48	12,17	12,62	0,43	3,5
		2*	12,36	13,56	12,33	12,75	0,56	4,6
		3*	12,57	13,81	12,17	12,85	0,66	5,4
	після цвітіння	1*	11,75	13,34	12,04	12,38	0,19	1,6
		2*	11,84	13,49	12,12	12,48	0,29	2,4
		3*	11,92	13,62	12,18	12,57	0,38	3,1

$НІР_{0,5}$ т/га

2018 A = 0,08; B = 0,08; C = 0,08; AB = 0,14; AC = 0 ,14; BC = 0,14; ABC = 0,14

2019 A = 0,1; B = 0,1; C = 0,1; AB = 0,18; AC = 0,18; BC = 0,18; ABC = 0,18

2020 A = 0,07; B = 0,07; C = 0,07; AB = 0,12; AC = 0,12; BC = 0,12; ABC = 0,12

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Підвищення норм мінеральних добрив та проведення позакореневого підживлення позитивно впливало на формування врожайності зерна кукурудзи. Так, найвищу врожайність сформували рослини кукурудзи за удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ – 11,58–13,84 т/га залежно від підживлень та року досліджень. При удобренні кукурудзи $N_{80}P_{40}K_{60}$ без застосування позакореневих підживлень врожайність становила 9,98 т/га. При підвищенні норми добрив до $N_{120}P_{80}K_{100}$ врожайність зросла до 11,21 т/га, приріст становить 1,23 т/га або 12,3%, а при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ отримали 12,19 т/га, що на 2,21 т/га або 22,1 % більше порівняно з $N_{80}P_{40}K_{60}$. Отже, з підвищенням норми добрив спостерігаємо збільшення урожайності кукурудзи.

За удобрення кукурудзи в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ спостерігали найвищі біометричні, фотосинтетичні та структурні показники, що відобразилося на формуванні врожаю. Листкове підживлення рослин впливало на врожайність кукурудзи залежно від складу та фази застосування. Найбільший приріст врожаю отримали при застосуванні мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію залежно від норми добрив та року досліджень. На фоні удобрення $N_{80}P_{40}K_{60}$ підживлення мікродобривами у фазу 10 листків забезпечило збільшення урожаю в середньому до 10,55 т/га, що більше на + 0,57 т/га від контролю, мікродобривами і карбамідом – 10,76 т/га, що на 0,78 т/га більше від контролю, а при застосуванні мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію приріст становив 0,93 т/га, що складає 10,91 т/га.

Проведення позакореневих підживлень у фазу викидання волоті також позитивно впливали на врожайність. Застосування мікродобрив збільшило врожайність до 10,39 т/га, мікродобрив та карбаміду – до 10,45 т/га, а мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – до 10,53 т/га, що на 0,55 т/га більше від контролю. Застосування мікродобрив на фоні $N_{80}P_{40}K_{60}$ після цвітіння сприяло підвищенню врожайності до 10,09–10,41 т/га, де приріст становив 0,11–0,43 т/га.

При удобренні $N_{120}P_{60}K_{100}$ та проведенні позакореневих підживлень мікродобривами у фазі 10 листків отримали 11,75 т/га, що на 0,54 т/га більше

від контролю, мікродобривами та карбамідом – 11,93, що на 0,72 т/га більше від контролю, а застосування мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію сприяло підвищенню врожайності до 12,18 т/га, що на 0,97 т/га більше від контролю.

Підживлення у фазі викидання волоті сприяли підвищенню врожайності до 11,54–11,80 т/га, що більше від контролю на 0,33–0,59 т/га. Менший приріст отримали при проведенні підживлень після цвітіння – 0,16–0,35 т/га, де врожайність становила 11,37–11,56 т/га.

Найбільшу ефективність позакореневе застосування мікродобрив мало на фоні добрив $N_{160}P_{80}K_{140}$ у всі роки проведення досліджень. При підживленні мікродобривами у фазі 10 листків врожайність становила 12,86, що на 0,67 т/га більше від контролю, мікродобривами та карбамідом – 13,06, що на 0,87 т/га більше від контролю, а при застосуванні мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію врожайність складала 13,24, що на 1,05 т/га більше від контролю.

Проведення підживлень мікродобривами у фазі викидання волоті забезпечило підвищення врожайності до 12,62 т/га, що на 0,43 т/га більше від контролю. Застосування мікродобрив та карбаміду сприяло приросту врожайності на 0,56 т/га більше від контролю – 12,75 т/га, а мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – на 0,66 т/га більше від контролю, шо становить 12,85 т/га.

Листкове підживлення у фазі після цвітіння виявилось найменш ефективним. При застосуванні мікродобрив отримали 12,38 т/га, що на 0,19 т/га більше від контролю, мікродобрив та карбаміду – 12,48 т/га, що на 0,29 т/га більше від контролю, при застосуванні мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – 12,57 т/га, що на 0,38 т/га більше від контролю.

Додаткове внесення мінеральних добрив $N_{40}P_{20}K_{40}$ на варіанті з нормою добрив $N_{80}P_{40}K_{60}$ забезпечило зростання врожайності на 1,22 т/га, або на 11,6 % (табл. 4.2).

Наступне підвищення норми добрив $N_{40}P_{20}K_{40}$ на третьому варіанті призвело до урожайності на 1,06 т/га, тобто приріст був на 0,16 т/га. Один

кілограм діючої речовини забезпечував збільшення врожайності на 11 та 12 кг зерна.

Таблиця 4.2

Вплив основного внесення мінеральних добрив на врожайність кукурудзи (2018–2020 рр.)

Норма добрив	Урожайність, т/га	Приріст урожайності		Приріст урожайності на 1 кг д.р., т/га
		т/га	%	
$N_{80}P_{40}K_{60}$	10,48	-	-	-
$N_{120}P_{60}K_{100}$	11,70	1,22	11,6	0,012
$N_{160}P_{80}K_{140}$	12,76	2,28	21,6	0,011

Ефективність позакореневого застосування добрив відрізнялася залежно від варіанту підживлення та фази росту та розвитку кукурудзи (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Вплив листкового підживлення на врожайність кукурудзи (2018–2020 рр.), т/га

Варіант удобрення	Фаза обробки			Середнє
	10 листків	Викидання волоті	Після цвітіння	
Контроль	11,13			
Рексолін ABC + Maize boost	11,72 0,59*	11,52 0,39*	11,28 0,15*	11,51 0,38*
Рексолін ABC + Maize boost + карбамід 5%	11,92 0,79*	11,64 0,51*	11,39 0,26*	11,65 0,52*
Рексолін ABC + Maize boost + карбамід, 5 % + сульфат магнію, 5 %	12,11 0,98*	11,73 0,60*	11,51 0,38*	11,78 0,65*
Середнє	11,92 0,79*	11,63 0,50*	11,39 0,26*	–

Примітка: *У знаменнику приріст до контролю.

Найбільший приріст врожайності отримали при проведенні підживлень у фазі 10 листків кукурудзи, що в середньому становить 0,79 т/га. Підживлення у цій фазі позитивно впливало на показники росту, площі листкової поверхні та фотосинтетичні характеристики.

Дещо меншу ефективність – 0,50 т/га приросту отримали при застосуванні підживлень у фазі викидання волоті. Найменший приріст – 0,26 т/га зерна кукурудзи отримали при підживленнях після цвітіння.

Приріст врожайності від застосування мікродобрив (Рексолін ABC + Maize boost) становив 0,38 т/га, а від мікродобрив і карбаміду, 5% – 0,52 т/га. Підживлення кукурудзи мікродобривами, карбамідом, 5% та сульфатом магнію, 5 % підвищувало врожайність на 0,65 т/га.

Отже, найбільший приріст врожайності 0,98 т/га отримали при підживленні мікродобривами (Рексолін ABC + Maize boost), карбамідом, 5% та сульфатом магнію, 5% у фазі 10 листків.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу виявлено прямий сильний зв'язок між вмістом урожайністю та удобренням. Коефіцієнт кореляції складав відповідно r = 0,96. Прямий слабкий зв'язок виявлено між урожайність та підживленням, де коефіцієнт кореляції становить r = 0,25. Між урожайністю та фазою росту існує слабкий зворотній зв'язок (r = -0,16). Ця залежність описується рівнянням (4.1) регресії:

$$У = 24,9 + 1,13X_1 – 0,16X_2 + 0,24X_3, \qquad 4.1$$

де: У – урожайність, т/га; X_1 – фон добрив; X_2 – фаза обробки; X_3 – підживлення.

Дане рівняння достовірно описує процес формування урожайності кукурудзи, оскільки, що підтверджує коефіцієнт множинної кореляції (R = 0,98), між результативною ознакою та аргументом зв'язок досить тісний. Коефіцієнт детермінації дорівнює R^2 = 0,96.

4.2 Зернова продуктивність кукурудзи залежно від застосування фунгіцидів

Все більше господарств впроваджують інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур з високим рівнем насичення певних культур. Посівні площі кукурудзи зростають і більшості господарств ставлять 50 %. В умовах відсутності сівозмін чи частого повернення культури на одне і те ж поле створюється позитивне живильне середовище для росту і розвитку багатьох шкідливих організмів. Це вимагає підвищеної уваги на заходи захисту кукурудзи від шкідливих об'єктів [150, 165].

Згідно наших досліджень обробка кукурудзи фунгіцидами сприяла меншому розвитку хвороб, що в свою чергу підвищило врожайність порівняно з контролем (табл. 4.5). Врожайність кукурудзи варіює залежно від гідротермічних умов року досліджень та кількості обробок фунгіцидами. Врожайність кукурудзи на контрольному варіанті становила 9,19 т/га в середньому за роки досліджень.

При одноразовому застосуванні препарату Абакус врожайність кукурудзи зростала на 0,45 – 0,98 т/га залежно від строку застосування. За обприскування кукурудзи фунгіцидом у фазі 10 листків врожайність становила 9,64 т/га, шо на 0,45 т/га або 4,9 % більше від контролю.

Ефективнішим було застосування фунгіциду у фазах викидання волоті та після цвітіння, де врожайність становила 9,82 та 9,95 т/га, що на 0,63 та 0,76 т/га більше від контрольного варіанту.

Серед варіантів одноразового застосування фунгіциду найбільшу кількість врожаю вдалося зберегти при обробці рослин у фазі наливу зерна, що становить 10,17 т/га, що на 0,98 т/га або 9,8 % більше від контролю.

Таблиця 4.5

Урожайність кукурудзи залежно від застосування фунгіцидів (2018–2020 рр.), т/га

Фази фунгіцидних обробок	2018	2019	2020	Середнє	Збережено врожаю	
					т/га	%
1. Контроль (без фунгіцидів)	9,12	9,58	8,87	9,19	-	-
Абакус (1,5 л/га)						
2. 10 листків (ВВСН 20)	9,61	10,09	9,22	9,64	0,45	4,9
3. Викидання волоті (ВВСН 59)	9,88	10,21	9,37	9,82	0,63	6,5
4. Після цвітіння (ВВСН 69)	9,96	10,34	9,55	9,95	0,76	7,7
5. Налив зерна (ВВСН 75)	10,21	10,57	9,73	10,17	0,98	9,8
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га)						
6. 10 листків; викидання волоті (ВВСН 20; 59)	10,54	10,86	9,35	10,25	1,06	10,4
7. 10 листків; після цвітіння (ВВСН 20; 69)	10,70	11,06	9,62	10,49	1,3	12,7
8. 10 листків; налив зерна (ВВСН 20; 75)	10,97	11,33	9,98	10,76	1,57	15,0
9. Викиданння волоті; після цвітіння (ВВСН 59; 69)	11,20	11,57	10,11	10,96	1,77	16,4
10. Викидання волоті; налив зерна (ВВСН 59; 75)	11,45	11,81	10,37	11,21	2,02	18,4
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га)						
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння (ВВСН 20; 59; 69)	11,83	12,24	10,4	11,49	2,30	20,5
12. Викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 59; 69; 75)	12,40	12,56	10,38	11,78	2,59	22,5
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га) ; Кустодія (0,9 л/га) ; Аканто (1,0 л/га)						
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 20; 59; 69; 75)	12,57	12,92	10,54	12,01	2,82	23,9
НІР $_{0,5}$ т/га	0,27	0,28	0,25	–		

Двократне застосування фунгіцидів (Абакус; Коронет) краще контролювало розвиток хвороб, що позначилося на рівні врожайності. За обприскування рослин у фазі 10 листків та викидання волоті врожайність становила в середньому 10,25 т/га, що більше від контролю на 1,06 т/га або 10,4 %. Застосування фунгіцидів у фазі 10 листків та після цвітіння сприяло приросту врожайності в розмірі 1,30 т/га або 12,7 %, що становило 10,49 т/га. Ефективним також було застосування фунгіцидів у фази 10 листків і наливу зерна, де врожайність становила 10,76 т/га, що більше від контролю на 1,57 т/га та обприскування у фазу викидання волоті та після цвітіння – 10,96 т/га, що більше від контролю на 1,77 т/га або 16,4 %.

Застосування препаратів у фази викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна сприяло підвищенню врожайності на 2,59 т/га, що становило 11,78 т/га. Найбільший приріст врожайності серед двократного застосування фунгіцидів отримали при обприскуванні рослин кукурудзи у фазі викидання волоті та після цвітіння, що складає 11,21 т/га, що більше від контролю на 2,02 т/га або 18,4%.

Триразове застосування фунгіцидів (Абакус; Коронет; Кустодія) дозволило зберегти 20,5 – 22,5 % врожаю. При обробці рослин у фази 10 листків, викидання волоті та після цвітіння врожайність становила 11,49 т/га, що на 2,30 т/га більше від контролю. Найвищий рівень врожайності отримали у варіанті чотириразового застосування фунгіцидів (Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто), що становить 12,01 т/га, що більше від контролю на 2,82 т/га або на 23,9 %. Застосування фунгіцидів знижує розвиток хвороб, що дозволяє рослині повніше використовувати наявні ресурси та максимально реалізувати генетичний потенціал.

Вплив фунгіцидів на врожайність кукурудзи залежав від фази застосування препарату (рис. 4.1).

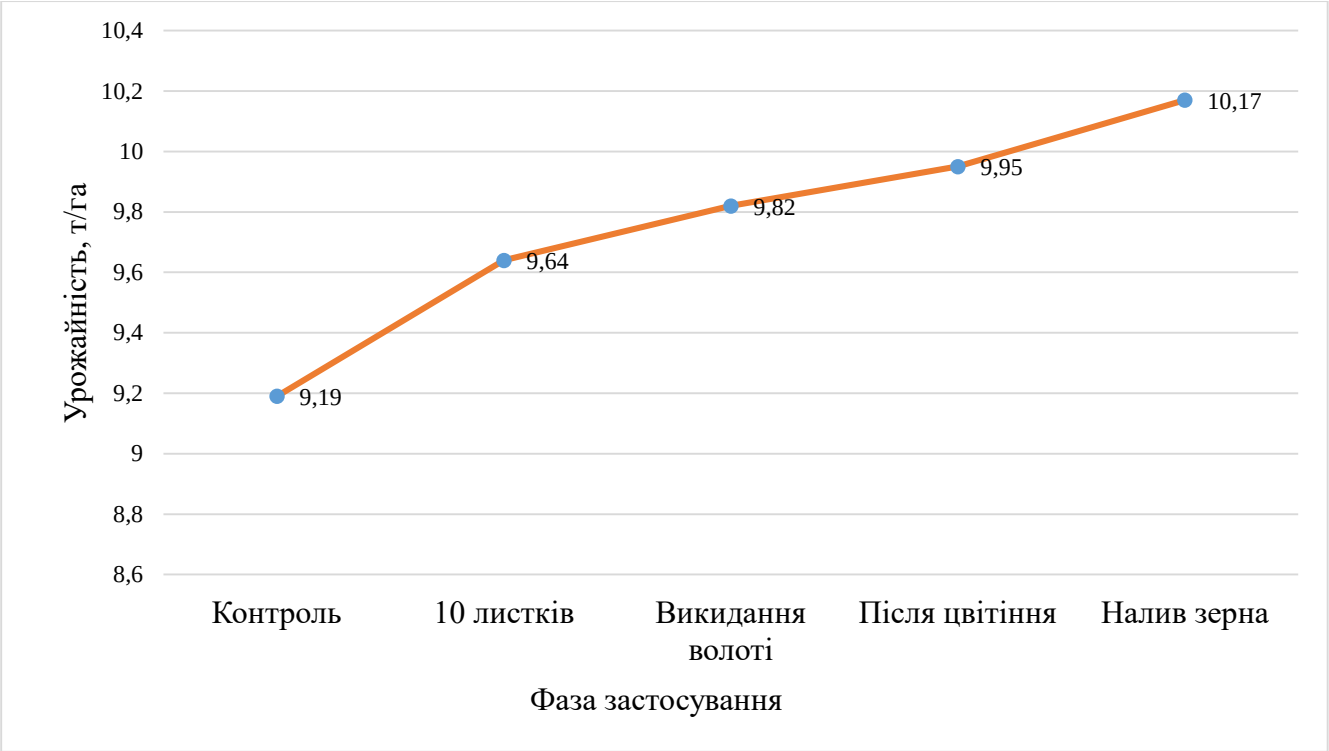

Рис. 4.1 **Врожайність кукурудзи залежно від фази застосування при одноразовому застосуванні фунгіцидів (2018–2020 рр.), т/га**

Більший вплив на врожайність кукурудзи мають фунгіцидні обробки у викидання волоті – налив зерна, оскільки саме в цей час хвороби уражують рослини. Застосування фунгіциду у фазі 10 листків мало найменший вплив на врожайність – 0,45 т/га до контролю, порівняно з іншими фазами застосування. Фунгіцидна обробка у фазі викидання волоті сприяла збільшенню врожайності на 0,63 т/га зерна, а обприскування після цвітіння – на 0,76 т/га. Найбільший приріст 0,98 т/га отримали при фунгіцидній обробці в період наливу зерна. Застосування фунгіцидів у цей період позитивно впливало формування врожайності кукурудзи.

Кількість фунгіцидних обробок також мала вагомий вплив на врожайність кукурудзи (рис. 4.2)

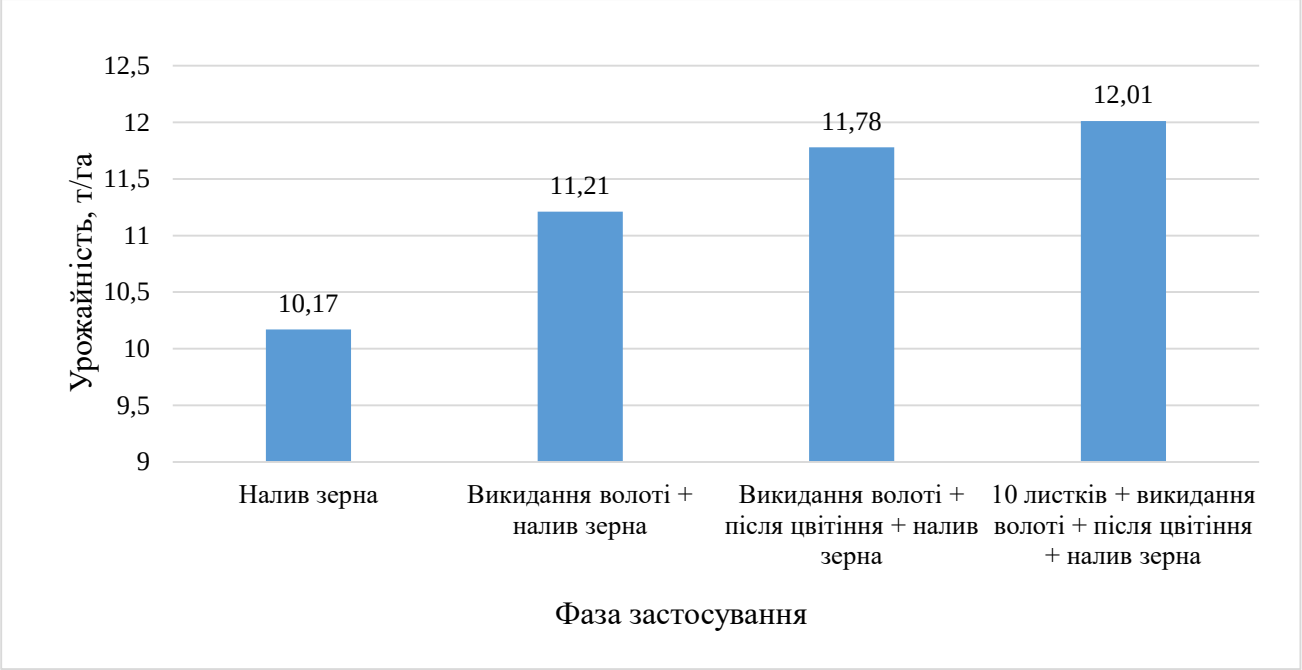

Рис. 4.2 **Врожайність кукурудзи залежно від кількості фунгіцидних обробок (2018–2020 рр.), т/га**

Одноразове застосування фунгіциду підвищувало врожайність кукурудзи 0,98 т/га зерна порівняно з контролем. Друга обробка сприяла зростанню врожайності на 1,04 т/га або 10,2 % порівняно з одноразовою. Третя обробка збільшила врожайність на 0,57 т/га або 5,1 % порівняно з двома обприскуваннями фунгіцидом. Четверте застосування фунгіцидів підвищувало врожайність на 0,23 т/га або 1,9 % порівняно з триразовою обробкою, що на 2,82 т/га більше від контролю (без фунгіцидів).

У результаті кореляційно-регресійного аналізу між урожайністю та застосуванням фунгіцидів виявлено прямий сильний зв'язок (r = 0,82). Одержана залежність описуються рівнянням (4.2) регресії:

$$Y = 9{,}05 + 0{,}22X, \qquad 4.2$$

де Y – урожайність, т/га; X – застосування фунгіцидів.

Як видно з рівняння, зв'язок між результативною ознакою та аргументом досить тісний, про що свідчить коефіцієнт множинної кореляції R = 0,99. Коефіцієнт детермінації становить R^2 = 0,98.

4.3 Збиральна вологість кукурудзи залежно від застосування десикантів

Збиральна вологість зерна кукурудзи залежала від кліматичних умов року досліджень. Вересень 2020 року характеризувався перевищенням середньо багаторічної норми опадів, що позначилося на вологості зерна кукурудзи, яка становила 29,2 %. В середньому за роки досліджень на контрольному варіанті передзбиральна вологість зерна кукурудзи становила 27,7 % (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Збиральна вологість кукурудзи залежно від застосування десикантів (2018–2020 рр.), %

Фаза застосування (А)	Препарат (В)	Норма внесення, л/га	Рік			Середнє	± До контролю
			2018	2019	2020		
Контроль	–	–	26,4	27,5	29,2	27,7	-
40 % вологості зерна	Раундап Макс	2,4	19,1	19,5	23,2	20,6	-7,1
		3,2	18,3	19,0	23,1	20,1	-7,6
	Реглон Супер	2,0	19,1	19,8	23,4	20,8	-6,9
		3,0	18,8	19,1	23,2	20,4	-7,3
Настання чорної точки	Раундап Макс	2,4	19,2	20,0	24,4	21,2	-6,5
		3,2	19,2	19,5	23,9	20,9	-6,8
	Реглон Супер	2,0	19,3	20,5	24,2	21,3	-6,4
		3,0	18,6	20,2	24,0	21,0	-6,7
Через 10 діб після настання чорної точки	Раундап Макс	2,4	19,5	20,9	25,2	21,9	-5,8
		3,2	18,9	20,7	25,0	21,5	-6,2
	Реглон Супер	2,0	20,0	21,1	25,2	22,1	-5,6
		3,0	19,9	20,3	25,0	21,7	-6,0
НІР $_{0,5}$ %		–	А =0,2; В =0,4;	А =0,2; В =0,4;	А =0,3; В = 0,3.	–	

Застосування десикантів при вологості зерна 40 % сприяло найбільшому зниженню збиральної вологості кукурудзи. При застосуванні Раундап Макс у нормі 2,4 л/га вологість становила 20,6 %, що менше від контролю на 7,1 %. При збільшенні норми препарату до 3,2 л/га вологість знизилася до 20,1 %, що на 7,6 % менше від контролю.

Застосування Реглон Супер в нормі 2,0 л/га сприяло зниженню вологості зерна кукурудзи до 20,8 %, що на 6,9 менше від контролю. При застосування 3,2 л/га Реглон Супер вміст вологи становив 20,4 %, що на 7,3 % менше від контролю.

Обприскування рослин у фазі чорної точки та через 10 днів після чорної точки мали дещо меншу ефективність. Обробка кукурудзи Раундап Макс 2,4 л/га знижувало вологість зерна кукурудзи до 21,2 %, а при збільшенні норми до 3,2 л/га – 20,9%.

При застосуванні Реглону Супер в нормі 2,0 л/га у фазі чорної точки вологість зерна становила 21,3 %, а при застосуванні 3,0 л/га – 21,0 %, що на 6,4 та 6,7 % менше від контролю. Найменше зниження вологості зерна отримали у варіанті застосування десикантів через 10 днів після чорної точки. Так, при використанні Раундап Макс 2,4 л/га вологість становила 21,9 %, а при 3,0 л/га – 21,5 %, що на 5,8 та 6,2 % менше від контролю. Застосування Реглон Супер в нормі 2,0 л/га знижувало вміст вологи до 22,1 %, а в нормі 3,0 л/га – 21,7 %, що менше від контролю на 5,6 та 6,0 %.

4.4 Вплив проведення десикації на врожай кукурудзи

Проведення десикації має низку переваг: оптимальні параметри для збирання врожаю, зниження затрат на сушіння, захист від хвороб за рахунок стислих строків збирання врожаю, негативний вплив на бур’яни та хвороботворні організми [159]. Проте, застосування десикантів може негативно позначатися на врожайності за рахунок штучного пришвидшення дозрівання культур. Дані щодо впливу проведення десикації на рівень врожайності

різняться. Згідно досліджень Alcantara E. та Wyse D. [196] застосування гліфосату не впливало на врожайність та мало незначний вплив на зниження вологості в умовах високої вологості. Zhao, L., Xie, L. з співавторами [278] повідомляють, що вплив застосування гліфосату на врожайність залежить від гібриду.

У результаті досліджень встановлено, що обробка кукурудзи гліфосатом незначною мірою знижує врожайність та не впливає на якісні показники. Встановлено, що вплив від проведення десикації більшою мірою залежить від строків застосування препарату (табл. 4.7). У варіантах використання десикантів при вологості зерна кукурудзи 40 % спостерігали втрати зерна у розмірі – 0,17–0,35 т/га зерна залежно від препарату та норми.

Таблиця 4.7

Вплив десикантів на врожайність кукурудзи (2018–2020 рр.), т/га

Фаза застосування (А)	Препарат (В)	Норма внесення, л/га	Рік			Середнє	± до контролю	
			2018	2019	2020		т/га	%
Контроль	–	–	10,55	11,33	10,78	10,89	-	-
40 % вологості зерна	Раундап Макс	2,4	10,27	11,16	10,58	10,67	-0,22	-2,0
		3,2	10,24	11,12	10,54	10,63	-0,25	-2,3
	Реглон Супер	2,0	10,22	11,08	10,52	10,61	-0,28	-2,6
		3,0	10,2	11,05	10,50	10,58	-0,30	-2,8
Настання чорної точки	Раундап Макс	2,4	10,54	11,32	10,77	10,88	-0,01	-0,1
		3,2	10,54	11,32	10,76	10,87	-0,01	-0,1
	Реглон Супер	2,0	10,53	11,31	10,76	10,87	-0,02	-0,2
		3,0	10,53	11,32	10,76	10,87	-0,02	-0,2
Через 10 діб після настання чорної точки	Раундап Макс	2,4	10,55	11,32	10,79	10,89	0,00	0,0
		3,2	10,54	11,34	10,79	10,89	0,00	0,0
	Реглон Супер	2,0	10,54	11,33	10,77	10,88	-0,01	-0,1
		3,0	10,56	11,32	10,78	10,89	0,00	0,0
НІР $_{0,5}$ т/га	А		0,16	0,25	0,13	–		
	В		0,23	0,22	0,15			

При застосуванні Раундап Макс при вологості зерна 40 % в середньому врожайність становила 10,67 т/га, що на 0,22 т/га менше від контрольного варіант у – 10,89 т/га. Підвищення норми препарату до 3,2 л/га сприяло збільшенню втрат на 0,25 т/га, де врожайність становила 10,63 т/га.

Обробка кукурудзи Реглоном у нормі 2,0 л/га знизила врожайність до 10,61 т/га, що на 0,28 т/га менше від контролю, а при застосуванні 3,0 л/га врожайність знизилася до 10,58 т/га, що на 0,30 т/га від контролю.

Проведення десикації при вологості зерна 40 % знижує врожайність зерна кукурудзи за рахунок припинення фотосинтезу, синтезу та обміну речовин, штучного пришвидшення закінчення періоду вегетації.

Обприскування рослин при настанні чорної точки та через 10 днів після настання чорної точки мало незначний вплив на врожайність, оскільки формування темного прошарку у місці прикріплення насінини означає, що до цього часу процес нагромадження асимілятів завершується.

Висновки до розділу 4:

1. Застосування добрив та проведення позакореневих підживлень позитивно впливали на врожайність кукурудзи. При збільшенні норм добрив збільшувалася врожайність. Найбільшу ефективність мало проведення позакореневого підживлення у фазі ВВСН 20 (10 листків) мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію. Найвищий рівень врожайності отримали за удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ при підживленні у фазі 10 листків, що становить 13,24 т/га.

2. Застосування фунгіцидів сприяли кращому росту та розвитку рослин кукурудзи, що вплинуло на врожайність. Приріст від проведення фунгіцидних обробок становить 0,45–2,82 т/га зерна. Вищу ефективність відзначено у варіантах з застосуванням препаратів у фази викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна.

3. Проведення десикації позитивно впливало на передзбиральну вологість кукурудзи в усіх варіантах досліду. Найменшу вологість зерна 20,1 %

кукурудзи отримали при застосуванні Раундап Макс у нормі 3,2 л/га у варіанті обробки рослин при вологості 40 %.

4. Найбільше зниження вологості – 6,8% та відсутність впливу на врожайність отримали при використанні препарату Раундап Макс в нормі 3,2 л/га при настанні чорної точки.

Матеріали досліджень висвітлено у наукових працях [185, 188, 260].

РОЗДІЛ 5

ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ КУКУРУДЗИ

5.1 Уміст і вихід протеїну, жиру та крохмалю в зерні кукурудзи залежно від удобрення

Поряд з врожайністю важливе значення мають якісні показники зерна кукурудзи – вміст протеїну, крохмалю та жиру, які впливають на вартість отриманого врожаю [64, 78, 123].

На якісний склад зерна кукурудзи впливає низка чинників, таких як гібрид, строк посіву та густота стояння рослин [19, 20, 28, 129]. Також важливу роль відіграють умови вирощування, застосування добрив, технологія вирощування та інші фактори [75, 263].

Одним з найбільш вагомих аспектів є забезпеченість поживними елементами. При застосуванні добрив збільшується вміст протеїну в зерні кукурудзи [233, 273], проте дещо знижується вміст крохмалю та жиру [235, 245].

Дослідження підтверджують, що при підвищенні норми NPK збільшується вихід протеїну, крохмалю та жиру з 1 га, а також підвищується розрахунковий вихід біоетанолу [41, 55, 210].

Важливе значення для рослин мають мікроелементи, які потрібні рослинам у відносно невеликій кількості, оскільки більшість з яких є каталізаторами хімічних реакцій та входять до складу ферментів, підвищують імунітет рослин. Достатній вміст мікроелементів сприяє кращому засвоєнню макроелементів. Встановлено, що позакореневе підживлення рослин кукурудзи мікродобривами позитивно впливає на вміст та вихід крохмалю в зерні кукурудзи [41, 95, 117].

Критерії оцінки якісних показників кукурудзи визначаються залежно від напряму його застосування. Для кормових цілей важливим є вміст протеїну, а для переробки на біоетанол – вміст крохмалю має становити не менше 65 % та вміст білку має не перевищувати 10 %.

Зерно кукурудзи характеризується меншим вмістом білка – 9–12 %, ніж інші зернові культури, проте є важливим компонентом комбікормів через велику енергоємність зерна – 361 ккал у 100 г. Тому згодовувати його слід з високопротеїновими кормами. За рахунок високого вмісту крохмалю та жиру і невисокого вмісту клітковини (близько 2 %) перетравність поживних речовин є дуже високою. Завдяки цьому додавання зерна кукурудзи у корми позитивно впливає на енергетичну цінність та сприяє кращому перетравленню основного корму [124].

Згідно даних Єрмакової Л. М. та Свистуна Ю. В. застосування мінеральних добрив сприяло зростанню вмісту білка на 0,85–1,07 % [41].

У дослідженнях Камінського В. Ф. та Асанішвілі Н. М. [55] проведення позакореневого підживлення мікродобривами, що в складі містять комплекс макро- та мікроелементів сприяло зростанню вмісту протеїну в зерні кукурудзи.

Результати проведених нами досліджень свідчать про те, що застосування різних норм добрив та проведення позакореневих підживлень впливає на основні показники якості зерна кукурудзи.

Підвищення норми добрив NPK та проведення позакореневого підживлення позитивно впливали на вміст сирого протеїну у зерні кукурудзи (дод. К. 1–3, табл. 5.1). Так, за удобрення $N_{80}P_{40}K_{60}$ вміст протеїну становив 9,12 %, вихід з 1 га – 0,91 т. При збільшенні норми добрив до $N_{120}P_{60}K_{100}$ цей показник зріс на 0,44 % і становив 9,56 %, а при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ – на 0,73 %, що складає 9,85 %.

На вміст сирого протеїну значний вплив мали позакореневі підживлення, їх склад та фаза застосування. При оцінці якісних показників важливе значення має збір з 1 га речовин, що дає змогу комплексно оцінити вплив досліджуваних факторів (табл. 5.2).

Таблиця 5.1

Уміст протеїну в зерні кукурудзи залежно від удобрення (2018–2020 рр.), % на суху речовину

Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Норми мінеральних добрив (А)					
		$N_{80}P_{40}K_{60}$		$N_{120}P_{60}K_{100}$		$N_{160}P_{80}K_{140}$	
		%	± до контролю	%	± до контролю	%	± до контролю
Контроль	–	9,12	-	9,56	-	9,85	-
10 листків	1*	9,94	0,82	10,25	0,69	10,53	0,68
	2*	10,09	0,97	10,38	0,82	10,73	0,88
	3*	10,27	1,15	10,45	0,89	10,79	0,94
Викидання волоті	1*	10,51	1,39	10,75	1,19	10,90	1,05
	2*	10,54	1,42	10,80	1,24	11,03	1,18
	3*	10,63	1,51	10,90	1,34	11,10	1,25
Після цвітіння	1*	10,31	1,19	10,35	0,79	10,85	1,00
	2*	10,37	1,25	10,68	1,12	10,93	1,08
	3*	10,43	1,31	10,71	1,15	11,06	1,21

$НІР_{0,5}$ % 2018 р. – А = 0,58; В = 0,99; С = 0,35
2019 р. – А = 0,39; В = 1,03; С = 0,29
2020 р. – А = 0,68; В = 1,21; С = 0,14

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

На фоні добрив $N_{80}P_{40}K_{60}$ при проведенні підживлень у фазі 10 листків кукурудзи вміст сирого протеїну зростав на 0,82–1,15 % порівняно з контрольним варіантом, що становить 9,94–10,27 %. Вихід сирого протеїну з 1 га при цьому становив 1,05–1,12 т, що на 0,14–0,21 т більше від контролю.

При проведенні позакореневих підживлень у фазі викидання волоті показник вмісту протеїну збільшився до 10,51–0,63 %, що на 1,39–1,51 % більше від контрольного показника. При цьому вихід протеїну з 1 га не збільшився, порівняно з підживленнями у 10 листків. Це пояснюється більшою врожайністю при підживленні у фазі 10 листків кукурудзи

Застосування позакореневого підживлення після цвітіння мало дещо менший вплив на вміст протеїну, ніж обробка у фазі викидання волоті. За підживлення у цій фазі вміст сирого протеїну становив 10,31–10,43 %, що на 1,19–1,31 % більше порівняно з контролем. Вихід сирого протеїну становив 1,04–1,09, що на 0,13–0,18 т більше від контролю.

Таблиця 5.2

Вихід протеїну з 1 га посівів кукурудзи (2018–2020 рр.), т

Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Норми мінеральних добрив (А)					
		$N_{80}P_{40}K_{60}$		$N_{120}P_{60}K_{100}$		$N_{160}P_{80}K_{140}$	
		т	± до контролю	т	± до контролю	т	± до контролю
Контроль	–	0,91	-	1,07	-	1,20	-
10 листків	1*	1,05	0,14	1,20	0,13	1,35	0,15
	2*	1,09	0,18	1,24	0,17	1,40	0,20
	3*	1,12	0,21	1,27	0,20	1,43	0,23
Викидання волоті	1*	1,09	0,18	1,24	0,17	1,38	0,17
	2*	1,10	0,19	1,26	0,19	1,41	0,21
	3*	1,12	0,21	1,29	0,21	1,43	0,23
Після цвітіння	1*	1,04	0,13	1,18	0,11	1,34	0,14
	2*	1,06	0,15	1,22	0,15	1,36	0,16
	3*	1,09	0,18	1,24	0,17	1,39	0,19

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

При удобренні в нормі $N_{120}P_{60}K_{100}$ та проведенні позакореневих підживлень у фазі 10 листків отримали 10,25–10,45 % сирого протеїну, що на 0,69–0,89 % більше від контролю. Вихід протеїну становить 1,20–1,27 т/га, що більше від контролю на 0,13–0,20 т.

Позакореневі підживлення у фазі викидання волоті сприяли дещо більшому приросту сирого протеїну – 1,19–1,34 %, що становить 10,75 та 10,90 % відповідно. Вихід сирого протеїну за цього строку проведення підживлень складає 1,24–1,29 т/га. За підживлення кукурудзи після цвітіння вміст сирого протеїну становив 10,35–10,71 %, а вихід – 1,18–1,24 т/га, що на 0,11–0,17 т/га більше від контролю. Найбільші показники вмісту сирого протеїну отримали при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$. За підживлення в фазі 10 листків цей показник становив 10,53–10,79 %, що на 0,68–0,94 % більше від контролю. Вихід сирого протеїну з 1 га становив 1,35–1,43 т, що більше від контролю на 0,15–0,23 т. Найвищий вміст сирого протеїну зафіксовано при проведенні позакореневих підживлень 10,90–11,10 %, що на 1,05–1,25 % більше від контролю. Вихід сирого протеїну становить 1,38–1,43 т/га, що на 0,17–0,23 т/га більше від контролю. Застосування підживлень після цвітіння сприяло підвищенню вмісту протеїну до 10,85–11,06 %, що на 1,0–1,21 % більше від контрольного показника. Вихід протеїну становив 1,34–1,39 т/га, що більше від контролю на 0,14–0,19 т/га. Найбільші показники вмісту сирого протеїну зафіксовано при проведенні підживлень мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі викидання волоті на всіх рівнях удобрення. Проте, вихід сирого протеїну з 1 га незначно відрізняється від варіанту з підживленнями у фазі 10 листків. Це відбувається за рахунок вищої врожайності зерна при підживленні кукурудзи у фазі 10 листків.

Вміст крохмалю в зерні кукурудзи змінювався під впливом добрив та проведення позакореневого підживлення. Підвищення рівня удобрення сприяло зниженню його вмісту в зерні (табл. 5.3). При удобренні $N_{80}P_{40}K_{60}$ на контрольному варіанті вміст крохмалю становив 74,20 %, вихід крохмалю становив 7,41 т/га. Проведення позакореневих підживлень сприяло зниженню

його вмісту до 72,51–73,36 %, що на 0,69–0,84 % менше від контролю. Проте, враховуючи врожайність, спостерігаємо збільшення виходу крохмалю з 1 га, що становить 7,76–8,00 т/га, що більше від контролю на 0,35–0,59 т/га (табл. 5.4).

Таблиця 5.3

Уміст крохмалю в зерні кукурудзи залежно від удобрення (2018–2020 рр.), %/суху речовину

Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Норми мінеральних добрив (А)					
		$N_{80}P_{40}K_{60}$		$N_{120}P_{60}K_{100}$		$N_{160}P_{80}K_{140}$	
		%	± до контролю	%	± до контролю	%	± до контролю
Контроль	–	74,20	-	73,02	-	72,96	-
10 листків	1*	73,51	-0,69	72,61	-0,41	72,27	-0,69
	2*	73,43	-0,77	72,42	-0,6	72,66	-0,3
	3*	73,36	-0,84	72,34	-0,68	72,57	-0,39
Викидання волоті	1*	73,28	-0,92	71,81	-1,21	72,04	-0,92
	2*	73,19	-1,01	71,77	-1,25	71,99	-0,97
	3*	73,15	-1,05	71,75	-1,27	71,80	-1,16
Після цвітіння	1*	73,48	-0,72	72,29	-0,73	72,10	-0,86
	2*	73,44	-0,76	72,24	-0,78	72,06	-0,9
	3*	73,27	-0,93	71,22	-1,8	72,02	-0,94

НІР $_{0,5}$ % 2018 р. – A = 0,30; B = 0,11; C = 0,02
2019 р. – A = 0,24; B = 0,09; C = 0,01
2020 р. – A = 0,35; B = 0,13; C = 0,02

Примітка: 1* - підживлення Рексолін ABC + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін ABC + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін ABC + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

При проведенні підживлень у фазу викидання волоті вміст крохмалю становив 73,28–73,15 %, а вихід – 7,61–7,70 т/га, шо на 0,21–0,30 т/га більше від контролю. Підживлення рослин після цвітіння сприяло утворенню крохмалю на

рівні 73,48–73,27 %, вихід становив 7,41–7,63 т/га, що більше від контролю на 0,01–0,22 т/га.

Таблиця 5.4

Вихід крохмалю з 1 га посівів кукурудзи (2018–2020 рр.), т

Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Норми мінеральних добрив (А)					
		$N_{80}P_{40}K_{60}$		$N_{120}P_{60}K_{100}$		$N_{160}P_{80}K_{140}$	
		т	± до контролю	т	± до контролю	т	± до контролю
Контроль	–	7,41	-	8,19	-	8,89	-
10 листків	1*	7,76	0,35	8,53	0,35	9,29	0,40
	2*	7,90	0,50	8,64	0,45	9,49	0,60
	3*	8,00	0,59	8,81	0,63	9,61	0,71
Викидання волоті	1*	7,61	0,21	8,29	0,10	9,09	0,20
	2*	7,65	0,24	8,40	0,22	9,18	0,28
	3*	7,70	0,30	8,47	0,28	9,23	0,33
Після цвітіння	1*	7,41	0,01	8,22	0,03	8,93	0,03
	2*	7,52	0,12	8,26	0,08	8,99	0,10
	3*	7,63	0,22	8,23	0,05	9,05	0,16

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%

За удобрення $N_{120}P_{60}K_{100}$ вміст крохмалю на контрольному варіанті становив 73,02 %, що на 1,18 % менше ніж за норми $N_{80}P_{40}K_{60.}$ Вихід крохмалю становить 8,19 т/га. За умови підживлення у фазі 10 листків вміст крохмалю становив 72,61–72,42 %, що на 0,41–0,60 % менше від контролю. Вихід крохмалю з 1 га складає 8,53–8,81 т/га, що на 0,34–0,62 т/га більше від контролю. Проведення позакореневого підживлення у фазі викидання волоті забезпечило вміст крохмалю на рівні 71,81–71,75 %, а його вихід – 8,29–8,47, що на 0,10–0,28 т/га більше від контрольного показника. Обробка рослин після

цвітіння сприяла формуванню крохмалю в розмірі 72,29–71,22 %. Вихід крохмалю становив 8,22–8,26 т/га, що на 0,03–0,08 т/га більше від контролю.

Удобрення в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ сприяло формуванню крохмалю на рівні 72,93 %, що на 1,24 % менше ніж при нормі $N_{80}P_{40}K_{60.}$ Вихід крохмалю у цьому варіанті становив 8,89 т/га. Позакореневі підживлення у фазі 10 листків зменшили вміст крохмалю до 72,66–72,27 %. Вихід крохмалю складав 9,29–9,61 т/га, що на 0,40–0,71 т/га більше від контролю. При проведенні позакореневих підживлень у фазі викидання волоті вміст крохмалю становив 72,04–71,80 %, а вихід – 9,09–9,23 т/га, що на 0,20–0,33 т/га більше від контролю. Застосування підживлень після цвітіння сприяло формуванню вмісту крохмалю в зерні кукурудзи на рівні 72,10–72,02 %, вихід з 1 га становив 8,93–9,05 т/га, що більше від контролю на 0,03–0,16.

Зменшення вмісту крохмалю в зерні кукурудзи пов’язане з тим, що існує обернена залежність між накопиченням протеїну та крохмалю – зростання вмісту протеїну гальмує нагромадження вуглеводнів у зерні кукурудзи. Ці результати підтверджують інші роботи з дослідження якісних показників зерна кукурудзи [55, 95].

При збільшенні норми мінеральних добрив та проведенні позакореневих підживлень спостерігали незначне зниження вмісту жиру в зерні кукурудзи (табл. 5.5). При удобренні у нормі $N_{80}P_{40}K_{60}$ цей показник становив 4,33 %, при підвищенні норми добрив до $N_{120}P_{60}K_{100}$ – 4,16 %. При внесенні $N_{160}P_{80}K_{140}$ вміст жиру в зерні кукурудзи становив 3,89%.

Позакореневі підживлення мали менший вплив на вміст жиру. При проведенні підживлень у фазі 10 листків на фоні $N_{80}P_{40}K_{60}$ цей показник становив 4,29–4,31 %, у фазі викидання волоті – 4,28–4,29 %, після цвітіння – 4,24–4,29 %. За удобрення $N_{120}P_{60}K_{100}$ та позакореневого підживлення у фазі 10 листків вміст жиру становив 4,08–4,09 %, у фазі викидання волоті – 4,03–4,06 %, після цвітіння – 4,02–4,04 %. Удобрення в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та підживлення у фазі 10 листків сприяло формуванню вмісту жиру на рівні 3,86–

3,88 %, у фазі викидання волоті – 3,83–3,86 %, а при підживленні після цвітіння – 3,76–3,82 %.

Таблиця 5.5

Уміст жиру в зерні кукурудзи залежно від удобрення (2018–2020 рр.), % на суху речовину

Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Норми мінеральних добрив (А)					
		$N_{80}P_{40}K_{60}$		$N_{120}P_{60}K_{100}$		$N_{160}P_{80}K_{140}$	
		%	± до контролю	%	± до контролю	%	± до контролю
Контроль	–	4,33	-	4,16	-	3,89	-
10 листків	1*	4,31	-0,02	4,09	-0,07	3,88	-0,01
	2*	4,3	-0,03	4,08	-0,08	3,87	-0,02
	3*	4,29	-0,04	4,08	-0,08	3,86	-0,03
Викидання волоті	1*	4,29	-0,04	4,06	-0,1	3,84	-0,05
	2*	4,28	-0,05	4,05	-0,11	3,83	-0,06
	3*	4,28	-0,05	4,03	-0,13	3,82	-0,07
Після цвітіння	1*	4,29	-0,04	4,04	-0,12	3,82	-0,07
	2*	4,28	-0,05	4,03	-0,13	3,79	-0,1
	3*	4,24	-0,09	4,02	-0,14	3,76	-0,13

$НІР_{0,5}$ % 2018 р. – А = 0,38; В = 0,42; С = 0,19
2019 р. – А = 0,47; В = 0,34; С = 0,09
2020 р. – А = 0,34; В = 0,38; С = 0,05

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Збір жиру з 1 га становив 0,43 т на фоні добрив у нормі $N_{80}P_{40}K_{60}$ (табл. 5.6). Підживлення у фазі 10 листків сприяли збільшенню цього показника до 0,45–0,47 т/га. При проведенні підживлень у фазі викидання волоті вихід жиру становив 0,45 т/га, а при підживленнях після цвітіння – 0,43–0,44 т/га. При удобренні кукурудзи в нормі $N_{120}P_{60}K_{100}$ вихід сирого жиру становив

0,47 т/га. За умови проведення позакореневих підживлень у фазі 10 листків цей показник становив 0,50–0,51 т/га, у фазі викидання волоті – 0,48–0,49 т/га, після цвітіння – 0,47 т/га. Найбільші значення збору сирого жиру отримали у варіантах з удобренням в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$. На контрольному варіанті цей показник становив 0,47 т/га.

Таблиця 5.6

Вихід жиру з 1 га посівів кукурудзи (2018–2020 рр.), т

Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Норми мінеральних добрив (А)					
		$N_{80}P_{40}K_{60}$		$N_{120}P_{60}K_{100}$		$N_{160}P_{80}K_{140}$	
		т	± до контролю	т	± до контролю	т	± до контролю
Контроль	–	0,43	-	0,47	-	0,47	-
10 листків	1*	0,45	0,02	0,48	0,01	0,50	0,02
	2*	0,46	0,03	0,49	0,02	0,51	0,03
	3*	0,47	0,04	0,50	0,03	0,51	0,04
Викидання волоті	1*	0,45	0,01	0,47	0,00	0,48	0,01
	2*	0,45	0,02	0,47	0,01	0,49	0,01
	3*	0,45	0,02	0,48	0,01	0,49	0,02
Після цвітіння	1*	0,43	0,00	0,46	-0,01	0,47	0,00
	2*	0,44	0,01	0,46	-0,01	0,47	0,00
	3*	0,44	0,01	0,46	0,00	0,47	0,00

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

При застосуванні позакореневого підживлення вихід сирого жиру зріс до 0,50–0,51 т/га. Проведення підживлень у фазу викидання волоті сприяли формуванню 0,48–049 т/га сирого жиру, а при обробці рослин після цвітіння цей показник становив 0,47 т/га. На вихід сирого жиру з 1 га впливали норми добрив та проведення позакореневих підживлень за рахунок зростання врожайності кукурудзи.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу виявлено прямий сильний зв'язок між вмістом протеїну, підживленням та удобренням. Коефіцієнт кореляції складав відповідно r = 0,74 та r = 0,43. Між вмістом протеїну та фазою росту виявлено прямий слабкий зв'язок (r = 0,14). Ця залежність описується рівнянням (5.1) регресії:

$$У = -28,4 + 0,06X_1 + 0,04X_2 + 0,002\ X_3, \qquad 5.1$$

де: У – протеїн, %; X_1 – фаза росту; X_2 – підживлення; X_3 – удобрення.

Коефіцієнт множинної кореляції становить R = 0,87, що свідчить про тісний зв'язок між результативною ознакою та аргументом. Коефіцієнт детермінації при цьому рівний R^2 = 0,75.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу виявлено зворотній сильний зв'язок між вмістом крохмалю, підживленням та удобренням. Коефіцієнт кореляції складав відповідно r = -0,46 та r = -0,66. Між вмістом крохмалю та фазою росту виявлено зворотній слабкий зв'язок (r = -0,14). Ця залежність описується рівнянням (5.2) регресії:

$$У = 105,6 - 0,13X_1 - 0,3X_2 - 0,01\ X_3, \qquad 5.2$$

де: У – крохмаль, %; X_1 – фаза росту; X_2 – підживлення; X_3 – удобрення.

Коефіцієнт множинної кореляції становить R = 0,82, що свідчить про тісний зв'язок між результативною ознакою та аргументом. Коефіцієнт детермінації при цьому рівний R^2 = 0,67.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу виявлено зворотній сильний зв'язок між вмістом жиру та удобренням. Коефіцієнт кореляції складав відповідно r = -0,98. Між вмістом жиру, фазою росту та підживленням виявлено зворотній слабкий зв'язок – r = -0,09 та r = -0,16, відповідно. Ця залежність описується рівнянням (5.3) регресії:

$$У = 7,49 - 0,02\ X_1 - 0,03X_2 - 0,01\ X_3, \qquad 5.3$$

де: У – жир, %; X_1 – фаза росту; X_2 – підживлення; X_3 – удобрення.

Коефіцієнт множинної кореляції становить R = 0,99, що свідчить про тісний зв'язок між результативною ознакою та аргументом. Коефіцієнт детермінації при цьому аналогічний – R^2 = 0,98.

5.2 Маса 1000 зерен залежно від удобрення

Величина маси 1000 зерен є одним із показників, які обумовлюють високу врожайність кукурудзи. За даними Рудавської Н. М та Гук Р. М. [139] застосування добрив підвищувало масу 1000 зерен кукурудзи. На величину приросту впливала норма добрив та група стиглості гібридів.

У наших дослідженнях підвищення норми добрив та позакореневих підживлень позитивно впливали на масу 1000 зерен (дод. Л.1–3, табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Маса 1000 зерен кукурудзи залежно від удобрення та підживлення (2018–2020 рр.), г

Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Норми мінеральних добрив (А)		
		$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
Контроль	–	278	293	310
10 листків	мікродобрива	284	302	323
	мікродобрива + карбамід	286	304	327
	мікродобрива + карбамід + $MgSO_4$	289	305	329
Викидання волоті	мікродобрива	291	307	325
	мікродобрива + карбамід	294	308	328
	мікродобрива + карбамід + $MgSO_4$	297	311	330
Після цвітіння	мікродобрива	296	312	337
	мікродобрива + карбамід	299	316	343
	мікродобрива + карбамід + $MgSO_4$	302	319	346

$НІР_{0,5}$ г 2018 р. – А = 10,1; В = 3,1; С = 0,3
2019 р. – А = 11,0; В = 3,4; С =0,3
2020 р. – А = 9,5; В = 2,9; С =0,3

Примітка. Мікродобрива - Рексолін АВС + Maize boost.

Найбільший вплив від позакореневих підживлень отримали при застосуванні мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію. Так, при удобренні в нормі $N_{80}P_{40}K_{60}$ цей показник становив 278 г без проведення підживлень.

Підживлення у фазі 10 листків мікродобривами підвищило цей показник на 6 г, мікродобривами і карбамідом – на 8 г, мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – на 11 г, що дорівнює 284, 286 та 289 г. Проведення підживлень у фазі викидання волоті сприяло формуванню маси 1000 зерен на рівні 291–297 г, що на 13–19 г більше від контролю.

При позакореневого підживленні після цвітіння рослини кукурудзи сформували масу 1000 зерен в розмірі 296–302 г, що на 18–24 г більше від контролю. На фоні добрив $N_{120}P_{60}K_{100}$ без підживлень маса 1000 зерен становила 293 г.

Позакореневі підживлення у фазі 10 листків збільшували цей показник до 302–305 г, що на 9–12 г більше від контролю. Підживлення, проведені у фазі викидання волоті сприяли підвищенню маси 1000 зерен до 307–311 г, що більше від контролю на 14–18 г.

Застосування позакореневих підживлень після цвітіння мало найбільший вплив серед досліджуваних строків. Маса 1000 зерен становила 312 – 319 г, що на 19–26 г більше від контролю. Найвищі показники даного показника одержано при удобренні в нормі $N_{160}P_{80}K_{140.}$ На контрольному варіанті вона становила 310 г. Проведення підживлень у фазу 10 листків збільшувало масу 1000 зерен до 323–329 г, що на 13–19 г більше від контролю. Найбільшу масу 1000 зерен отримали за підживлення кукурудзи після цвітіння. При удобренні мікродобривами цей показник становив 337 г, мікродобривами і карбамідом – 343 г, мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 346 г, що більше від контролю на 36 г.

Після цвітіння волоті проходять процеси запліднення та формування зернівок, які залежать від кліматичних факторів та забезпечення поживними елементами. У фазі молочної стиглості триває накопичення поживних речовин

у зернівках, що визначає надалі їхню масу. Покращення живлення рослин у цей період дозволяє підвищити масу 1000 зерен.

На рис. 5.1 подано зв'язок маси 1000 зерен кукурудзи і врожайності залежно від проведення підживлень.

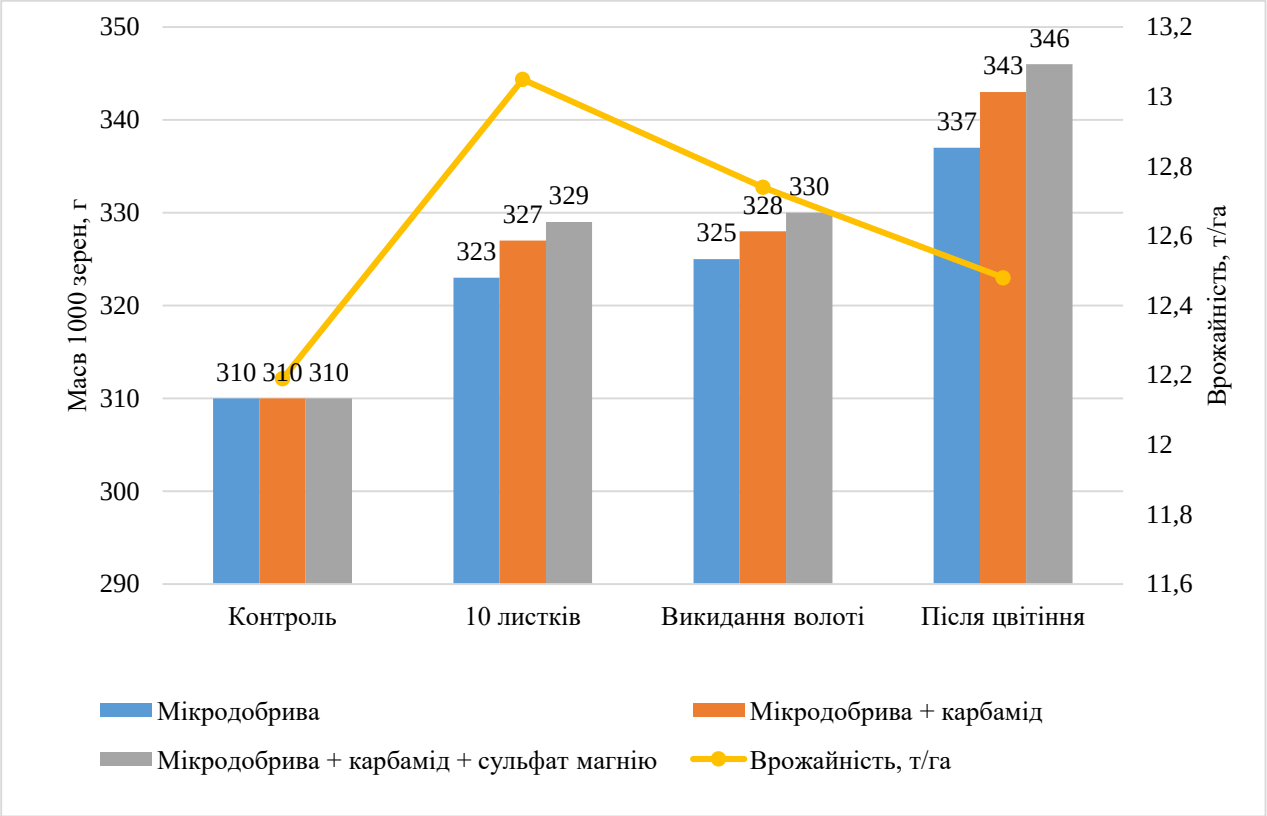

Рис. 5.1 **Вплив підживлення на формування маси 1000 зерен кукурудзи при удобренні в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$, г**

Отже, проведення підживлень після цвітіння має менший вплив на врожайність кукурудзи, ніж позакореневе удобрення у фазі 10 листків, яке покращує процеси росту та фотосинтезу, і, як наслідок, збільшує врожайність.

5.3 Вміст мікотоксинів у зерні кукурудзи залежно від застосування фунгіцидів

Вміст мікотоксинів залежав від застосування фунгіцидів. Найвищими показники досліджуваних мікотоксинів були контрольному варіанті, проте вони не перевищували гранично допустимих норм (дод. М.1–3, табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Вміст мікотоксинів в зерні кукурудзи (2018–2020 рр.), мкг/кг

Варіант		Токсин			
		Фумонізин B_1	Т-2 токсин	Зеараленон	ДОН
1. Контроль		0,0848	0,0482	0,4816	0,1248
Абакус (1,5 л/га)					
2. 10 листків (ВВСН 20)		0,0832	0,0421	0,4688	0,1232
3. Викидання волоті (ВВСН 59)		0,0784	0,0393	0,4704	0,1200
4. Після цвітіння (ВВСН 69)		0,0752	0,0322	0,456	0,1120
5. Налив зерна (ВВСН 75)		0,0768	0,0315	0,456	0,1136
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га)					
6. 10 листків; викидання волоті (ВВСН 20; 59)		0,0672	0,0288	0,4064	0,1072
7. 10 листків; після цвітіння (ВВСН 20; 69)		0,0704	0,0246	0,4192	0,1088
8. 10 листків; налив зерна (ВВСН 20; 75)		0,064	0,0252	0,3888	0,1072
9. Викидання волоті; після цвітіння (ВВСН 59; 69)		0,0592	0,0245	0,3776	0,0832
10.Викид. Волоті; налив зерна (ВВСН 59; 75)		0,0592	0,0214	0,3792	0,0992
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га)					
11.10 листків; викидання волоті; після цвітіння (ВВСН 20; 59; 69)		0,0576	0,0206	0,2768	0,0832
12.Викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 59; 69; 75)		0,0544	0,0192	0,2688	0,0784
Абакус (1,5 л/га); Коронет (0,7 л/га); Кустодія (0,9 л/га); Аканто (1,0 л/га)					
13.10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна (ВВСН 20; 59; 69; 75)		0,0432	0,0151	0,224	0,0752
Граничні межі		Не норм.	<0,2	<2	<1
НІР $_{0,5}$ мкг/кг	2018	0,001;	0,001;	0,008;	0,002;
	2019	0,001;	0,003;	0,004;	0,001;
	2020	0,002	0,004	0,017	0,003

Вміст фумонізину B_1 на контрольному варіанті був 0,0848 мкг/кг зерна. Застосування фунгіциду у фазі 10 листків сприяло незначному зниженню його

вмісту – 0,0832 мкг/кг. При застосуванні фунгіциду у фазі викидання волоті вміст фумонізину B_1 становив 0,0784 мкг/кг, при обприскуванні після цвітіння – 0,0752 мкг/кг, а у фазі наливу зерна – 0,0768 мкг/кг зерна. При дворазовому застосуванні фунгіцидів спостерігали зниження вмісту фумонізину B_1. Його вміст у варіантах застосування фунгіцидів у фазах викидання волоті; після цвітіння та викидання волоті; налив зерна становив 0,0592 мкг/кг. У варіантах обприскування кукурудзи фунгіцидами у фазі 10 листків та викидання волоті; 10 листків і після цвітіння та 10 листків налив зерна вміст фумонізину B_1 становив 0,064–0,0704 мкг/кг. При триразовому варіанті застосування фунгіцидів вміст фумонізину B_1 становив 0,0544–0,0576 мкг/кг. Найменший вміст фумонізину B_1 спостерігали при чотириразовому застосуванні фунгіцидів у фазі 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна, що становило 0,432 мкг/га зерна.

Вміст Т-2 токсину також залежав від застосування фунгіцидів. На контрольному варіанті його вміст становив 0,0481 мкг/кг, при застосуванні фунгіциду у фазу 10 листків – 0,0422 мкг/кг. Застосування фунгіцидів у фазі викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна сприяло зниженню вмісту Т-2 токсину до 0,0312–0,0393 мкг/кг. При застосуванні фунгіцидів у фазі 10 листків і викидання волоті; 10 листків і після цвітіння та 10 листків і налив зерна вміст Т-2 токсину становив 0,0245–0,0258 мкг/кг. Використання фунгіцидів у фазах викидання волоті і після цвітіння та у фазах викидання волоті і наливу зерна сприяло зниженню Т-2 токсину до 0,0216–0,0249 мкг/кг.

Триразове застосування фунгіцидів знижувало вміст Т-2 токсину до 0,196–0,0240 мкг/кг. При чотириразовому застосуванні фунгіцидів вміст Т-2 токсину був найменшим і становив 0,0152 мкг/кг.

Вміст зеараленону на контрольному варіанті був 0,4816 мкг/кг. При застосуванні фунгіциду у фазі 10 листків його вміст становив 0,4688 мкг/кг. Застосування у фазі викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна сприяло зниженню вмісту зеараленону до 0,4560–0,4612 мкг/кг. Найменшим вміст

зеараленону був у варіанті чотириразового застосування фунгіцидів, що становило 0,224 мкг/кг зерна.

Вміст ДОН у зерні кукурудзи також зменшувався із застосуванням фунгіцидних обробок. На контрольному варіанті його вміст становив 0,1248 мкг/кг, при застосуванні фунгіцидів у фазі 10 листків – 0,1232 мкг/кг, а при застосування фунгіциду у фазі викидання волоті – 0,120 мкг/кг. Проведення обприскувань фунгіцидом у фазах після цвітіння та наливу зерна сприяли зменшенню вмісту ДОНу до 0,1136–0,1120 мкг/кг зерна. Дворазове обприскування фунгіцидами, одне з яких проводилося у фазі 10 листків, знижували вміст ДОНу до 0,1072–0,1088 мкг/кг зерна. Застосування фунгіцидів у фазах викидання волоті і після цвітіння та викидання волоті і наливу зерна сприяли зниженню вмісту ДОНу до 0,0832–0,0992 мкг/кг зерна. При триразовому обприскуванні фунгіцидами вміст ДОНу становив 0,0784–0,0832 мкг/кг зерна. У варіанті чотириразового застосування фунгіцидів у фазі 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна вміст ДОНу знизився до 0,0752 мкг/кг зерна.

Висновки до розділу 5:

1. Вміст протеїну в зерні кукурудзи зростав зі збільшенням норми добрив. Позакореневе підживлення також підвищувало вміст протеїну. Найбільший вміст протеїну в зерні отримали за удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ при проведенні комплексного позакореневого підживлення у фазі викидання волоті – 11,10 %. Проте, найбільший вихід протеїну з 1 га отримали на цьому ж фоні добрив при комплексному підживленні у фазі 10 листків, що становить 1,43 т/га.

2. Вміст крохмалю був найбільшим при удобренні $N_{80}P_{40}K_{60}$ на контрольному варіанті – без проведення підживлень, що становить 74,20 %. Підвищення норм добрив та застосування підживлень сприяли зниженню його вмісту. Вихід крохмалю з 1 га збільшувався зі збільшенням норми добрив та

проведення підживлень за рахунок підвищення врожайності кукурудзи. Найбільше значення отримали при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ та підживленні мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у 10 листків кукурудзи – 9, 61 т/га.

3. Вміст жиру також був найбільшим на контрольному варіанті (без підживлень) при удобренні $N_{80}P_{40}K_{60}$ – 4,33 % та зменшувався зі збільшенням добрив та проведенням підживлень. Однак, найбільший вихід жиру з 1 га отримали при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ та підживленні у фазі 10 листків, що становить 0,51 т/га.

4. Норма добрив та позакореневі підживлення впливали на масу 1000 зерен кукурудзи. Найбільші значення отримали при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведенні підживлень мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію після цвітіння, що становить 346 г.

5. Зі збільшенням кількості фунгіцидних обробок знижувався вміст мікотоксинів у зерні кукурудзи. Найменшу кількість фумонізину B_1 0,0544 мкг/кг, Т-2 токсину – 0,0151 мкг/кг, зеараленону – 0,224 мкг/кг та ДОНу – 0,0752 мкг/кг зафіксовано при обприскуванні фунгіцидами у фазі 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна. Вміст мікотоксинів не перевищував гранично допустимі концентрації.

Матеріали досліджень висвітлено у наукових працях [185, 187, 260].

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

6.1 Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно

Кукурудза є однією з найпродуктивніших культур універсального застосування. В останні роки Україна посідає 3–4 місце у світі за обсягами експорту зерна кукурудзи – близько 80 % врожаю експортується, що має значний вплив на економіку країни [63, 148].

Підвищення конкурентоспроможності у виробництві кукурудзи може відбуватися завдяки оптимізації технологічних процесів, раціональному використанню наявних ресурсів та підвищення культури землеробства. Одним із факторів успішності сільськогосподарського виробництва є отримання максимальної ефективності продукції при мінімальних затратах.

В умовах ринкових відносин економічна оцінка набуває великого значення, оскільки ціни на добрива, засоби захисту рослин, паливо та оплату праці ростуть, що збільшує витрати на вирощування кукурудзи. Економічна ефективність технології вирощування культур визначається порівнянням матеріально-технічних ресурсів з досягнутим ефектом.

Дослідження вказують, що застосування різних норм макро- і мікродобрив позитивно впливає на економічну ефективність при вирощуванні кукурудзи [54, 76, 119].

Ціни для розрахунків економічної ефективності технологічних елементів, що вивчаються взяті станом на грудень 2020 р.

Для комплексної оцінки досліджуваних елементів технології вирощування кукурудзи розраховували показники економічної ефективності (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Економічна ефективність застосування добрив у технології вирощування кукурудзи (2018–2020 рр.)

Норма добрив (А)	Фаза обробки (В)	Підживлення (С)	Урожайність т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т, грн	Умовно чистий прибуток з 1 га, грн	Рівень рентабельності %
$N_{80}P_{40}K_{60}$	контроль	–	9,98	69860	27445	2750	42415	155
	10 листків	1*	10,55	73850	28529	2704	45322	159
		2*	10,76	75320	28704	2668	46616	162
		3*	10,91	76370	28854	2645	47517	165
	Викидання волоті	1*	10,39	72730	28425	2736	44306	156
		2*	10,45	73150	28503	2728	44648	157
		3*	10,53	73710	28607	2717	45104	158
	після цвітіння	1*	10,09	70630	28230	2798	42401	150
		2*	10,24	71680	28366	2770	43314	153
		3*	10,41	72870	28529	2740	44342	155
$N_{120}P_{60}K_{100}$	контроль	–	11,21	78470	31398	2801	47073	150
	10 листків	1*	11,75	82250	32462	2763	49789	153
		2*	11,93	83510	32618	2734	50893	156
		3*	12,18	85260	32832	2696	52428	160
	Викидання волоті	1*	11,54	80780	32325	2801	48455	150
		2*	11,71	81970	32475	2773	49496	152
		3*	11,8	82600	32585	2761	50015	153
	після цвітіння	1*	11,37	79590	32215	2833	47376	147
		2*	11,44	80080	32299	2823	47781	148
		3*	11,56	80920	32429	2805	48491	150
$N_{160}P_{80}K_{140}$	контроль	–	12,19	85330	34323	2816	51008	149
	10 листків	1*	12,86	90020	35471	2758	54549	154
		2*	13,06	91420	35640	2729	55780	157
		3*	13,24	92680	35809	2705	56871	159
	Викидання волоті	1*	12,62	88340	35315	2798	53025	150
		2*	12,75	89250	35439	2779	53812	152
		3*	12,85	89950	35556	2767	54395	153
	після цвітіння	1*	12,38	86660	35159	2840	51501	146
		2*	12,48	87360	35263	2826	52097	148
		3*	12,57	87990	35374	2814	52617	149

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Внесення добрив та застосування позакореневих підживлень збільшують витрати на вирощування кукурудзи. При удобренні $N_{80}P_{40}K_{60}$ на контрольному варіанті витрати на вирощування 1 га кукурудзи становили 27445 грн, умовно чистий прибуток – 42415 грн, а рівень рентабельності – 155 %. Проведення позакореневих підживлень підвищували умовно чистий прибуток та рівень рентабельності. У варіанті підживлення мікродобривами у фазі 10 листків витрати зросли до 28529 грн, а умовно чистий прибуток до 45322 грн. При підживленні мікродобривами та карбамідом умовно чистий прибуток зріс до 46616 грн, а застосування мікродобрив, карбаміду і сульфату магнію – до 47517 грн.

При проведенні підживлень у фазі викидання волоті умовно чистий прибуток становив 44306–45104 грн, при цьому рівень рентабельності складав 156–158 %. У варіантах підживлення кукурудзи після цвітіння умовно чистий прибуток становив 42401–44342 грн, а рівень рентабельності – 150–155 %. Збільшення норми добрив до $N_{120}P_{60}K_{100}$ підвищило рівень витрат на вирощування кукурудзи до 31398 грн на контролі. Умовно чистий прибуток у цьому варіанті становив 47073 грн, а рівень рентабельності – 150 %.

Застосування мікродобрив у фазі 10 листків збільшило умовно чистий прибуток до 49789 грн, мікродобрив і карбаміду – до 50893 грн, а мікродобрив, карбаміду та сульфату магнію – до 52428 грн. Рівень рентабельності становив 153, 156 та 160 % відповідно. Застосування підживлень мікродобривами у фазі викидання волоті підвищувало умовно чистий прибуток до 48455 грн, мікродобривами і карбамідом – до 49496 грн, а мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – до 50015 грн. Рівень рентабельності становив 150–153 %.

При проведенні позакореневих підживлень після цвітіння умовно чистий прибуток становив 47376–48491 грн, а рівень рентабельності 147–150 %. За удобрення $N_{160}P_{80}K_{140}$ виробничі витрати на контрольному варіанті становили 34323 грн, умовно чистий прибуток – 51008 грн, а рівень рентабельності – 149 %.

Застосування мікродобрив у фазі 10 листків збільшило витрати на вирощування до 35471 грн, умовно чистий прибуток зріс до 54549 грн, рівень рентабельності становив 154 %. Використання мікродобрив і карбаміду підвищило витрати до 35640, умовно чистий прибуток до 55780 грн, а рівень рентабельності до 157 %. Найбільший умовно чистий прибуток отримали при підживленні мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію – 56871 грн, витрати становили 35809 грн, а рівень рентабельності 159 %.

За підживлення мікродобривами у фазу викидання волоті умовно чистий прибуток становив 53025 грн, мікродобривами і карбамідом – 53812 грн, мікродобривами, карбамідом і сульфатом магнію – 54395 грн. Рівень рентабельності складав 150–153 %. Підживлення кукурудзи мікродобривами після цвітіння сприяло збільшенню умовно чистого прибутку порівняно з контролем до 51501 грн, мікродобривами і карбамідом – 52097 грн, мікродобривами, карбамідом і сульфатом магнію – 52617 грн. Рівень рентабельності становив 146–148 %. Збільшення норм добрив та застосування позакореневих підживлень підвищувало витрати на вирощування кукурудзи та собівартість 1 т зерна. Ці заходи підвищили врожайність кукурудзи, завдяки чому умовно чистий прибуток зростав та рівень рентабельності був високим

Отже, найбільшу економічну вигоду 56871 грн/га отримали у варіанті удобрення в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведенні позакореневих підживлень у фазі 10 листків кукурудзи мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію. У цьому ж варіанті зафіксована найвища врожайність зерна кукурудзи.

Розмір умовно чистого прибутку залежав від фази застосування та складу підживлень. На рис. 6.1 показано, що найбільший приріст умовно чистого прибутку мало проведення підживлень у фазі 10 листків мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію, що становить 5863 грн до контролю.

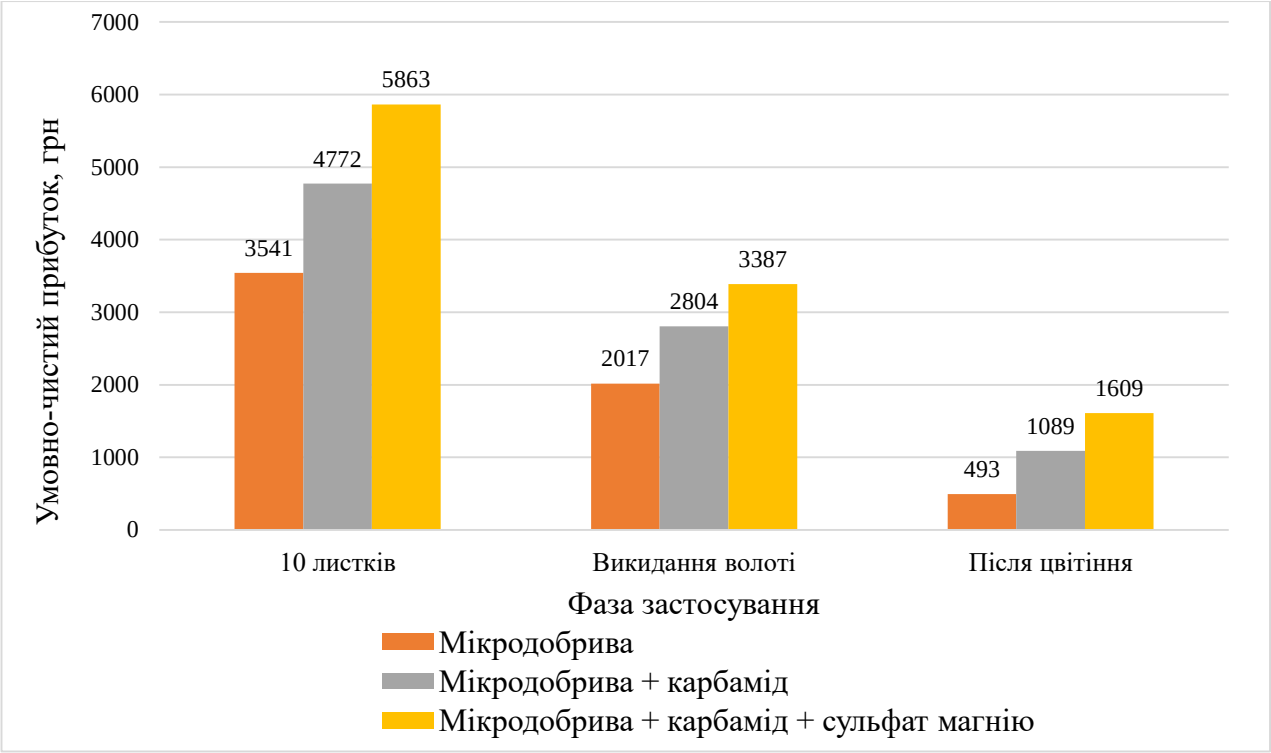

Рис. 6.1 **Зростання умовно чистого прибутку залежно від позакореневого підживлення за удобрення в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ порівняно з контролем (2018–2020 рр.)**

Ще одним фактором інтенсифікації вирощування кукурудзи є застосування засобів захисту рослин, до яких належать фунгіциди. Їх використання при вирощуванні кукурудзи не є дуже поширеним, оскільки це збільшує виробничі затрати (табл. 6.2)

На контрольному варіанті витрати на вирощування кукурудзи становили 26932 грн, умовно чистий прибуток – 37399 грн, а рівень рентабельності – 139 %. Одноразове застосування фунгіциду збільшувало рівень витрат на 1115–1460 грн, але умовно чистий прибуток також збільшився. При використанні фунгіциду у фазі 10 листків умовно чистий прибуток збільшився на 2034 грн порівняно з контролем і становив 39433 грн, у фазі викидання волоті – на 3177 грн, що складає 40576 грн, після цвітіння – на 4003 грн, умовно чистий прибуток становить 41402 грн. Найбільший умовно чистий прибуток серед одноразового застосування фунгіцидів отримали у варіанті обробки рослин у

фазі наливу зерна – 42799 грн, що більше від контролю на 5400 грн, а рівень рентабельності становив 151%.

Таблиця 6.2

Економічна ефективність застосування фунгіцидів (2018–2020 рр.)

Варіант		Урожайність, т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т, грн	Умовно чистий прибуток з 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
1	Контроль	9,19	64330	26932	2931	37399	139
2	10 листків	9,64	67480	28047	2909	39433	141
3	Викидання волоті	9,82	68740	28164	2868	40576	144
4	Після цвітіння	9,95	69650	28249	2839	41402	147
5	Налив зерна	10,17	71190	28392	2792	42799	151
6	10 листків; викидання волоті	10,25	71750	28879	2817	42872	148
7	10 листків; після цвітіння	10,49	73430	29035	2768	44396	153
8	10 листків; налив зерна	10,76	75320	29210	2715	46110	158
9	викидання волоті; після цвітіння	10,96	76720	29340	2677	47380	161
10	викидання волоті; налив зерна	11,21	78470	29503	2632	48968	166
11	10 листків; викидання волоті; після цвітіння	11,49	80430	30180	2627	50251	167
12	викидання волоті; після цвітіння; налив зерна	11,78	82460	30368	2578	52092	172
13	10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна	12,01	84070	31310	2607	52761	169

Застосування фунгіцидів у пізніші терміни вегетації мало більший вплив на врожайність, та, як наслідок, на економічну складову, ніж обробка рослин у ранні фази росту. У варіантах дворазового застосування фунгіцидів витрати на

вирощування кукурудзи збільшились на 1947–2571 грн порівняно з контролем. За дворазової обробки рослин у фазі 10 листків та викидання волоті виробничі витрати збільшились до 28879 грн, а умовно чистий прибуток збільшився до 42872 грн. При обприскуванні рослин у фазі 10 листків та після цвітіння умовно чистий прибуток зріс до 44396 грн, шо більше від контролю на 6997 грн, а у фазі 10 листків та наливу зерна – 46110 грн, що на 8711 грн більше порівняно з контролем.

При застосуванні фунгіцидів у фазах викидання волоті та після цвітіння умовно чистий прибуток зріс до 47380 грн, а у фазах викидання волоті та наливу зерна – до 48968 грн. Рівень рентабельності у цих варіантах складає 161 та 166 %. Триразове застосування фунгіцидів також було економічно вигідним. Використання фунгіцидів у фазах 10 листків, викидання волоті та після цвітіння збільшило умовно чистий прибуток з 1 га до 50251 грн, що на 12852 грн більше порівняно з контролем. Витрати на виробництво становлять 30180 грн, рівень рентабельності – 167 %.

Обробка кукурудзи фунгіцидами у фазах викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна сприяла збільшенню умовно чистого прибутку на 14693 грн більше від контролю, що становить 52092 грн. При цьому витрати зросли на 3436 грн/га порівняно з контролем. Рівень рентабельності становить 172 %.

Найбільший умовно чистий прибуток отримали у варіанті чотириразового застосування фунгіцидів який становив 52761 грн, що більше від контролю на 15362 грн/га. Виробничі витрати становили 31310 грн, що на 4378 грн/га більше від контрольного варіанту. Рівень рентабельності становив 169 %.

Застосування фунгіцидів є економічно вигідним в усіх варіантах досліду (рис. 6.2). Економічна ефективність від застосування фунгіцидів зростала зі збільшенням кількості обробок. Більший вплив на врожайність та економічну оцінку був у варіантах, які включати обробку рослин у фазах викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна.

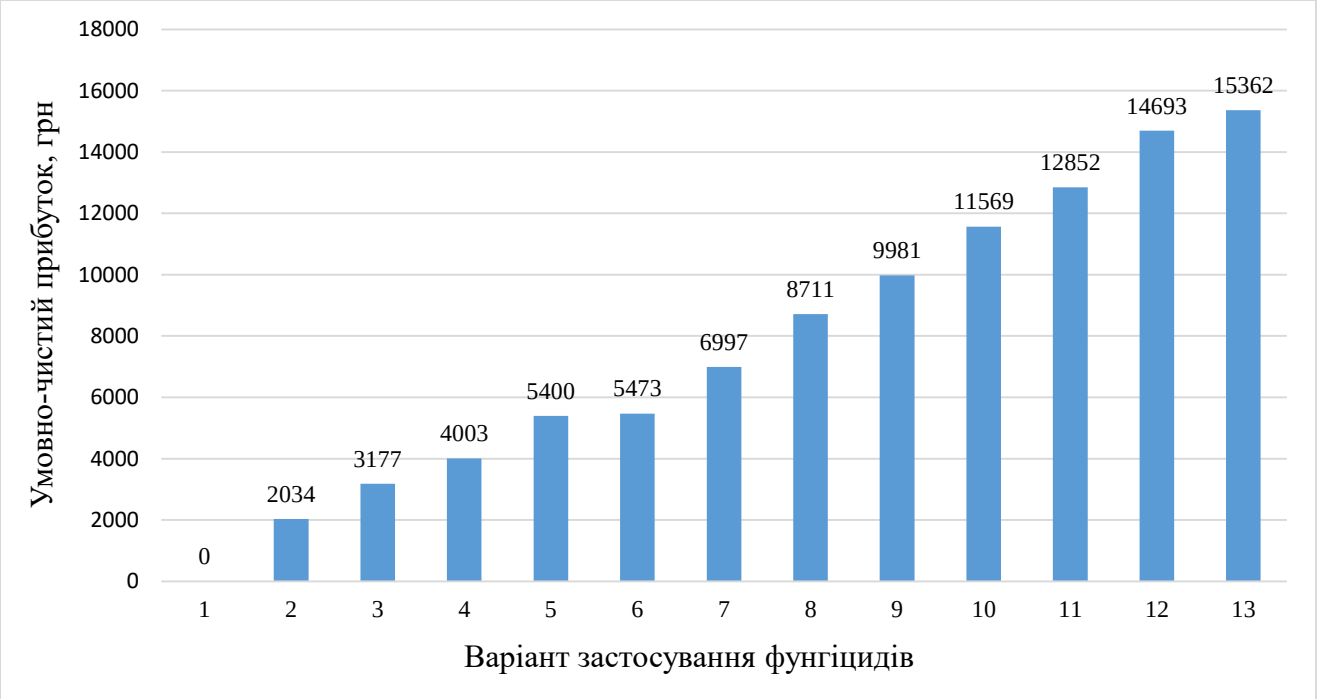

Рис. 6.2 **Приріст умовно чистого прибутку за вирощування кукурудзи залежно від застосування фунгіцидів (2018–2020 рр.), грн.**

Застосування десикантів при вирощуванні кукурудзи є ефективним технологічним прийомом, який знижує передзбиральну вологість кукурудзи. Проте, важливо також щоб ці операції були економічно вигідними. З цією метою провели економічну оцінку технології вирощування (табл. 6.3). У варіантах застосування десикантів при настанні чорної точки та через 10 днів після настання чорної точки не впливало на врожайність, а економічний ефект досягається заощадженням на досушуванні зерна. При вирощуванні кукурудзи без застосування десикантів виробничі витрати становили 31571 грн, умовно чистий прибуток – 44659 грн, а рівень рентабельності – 141 %.

Застосування десикантів при вологості зерна 40 % знижувало витрати на вирощування кукурудзи. При використанні Раундап Макс 2,4 л/га витрати становили 28340 грн, умовно чистий прибуток – 46350 грн, а рівень рентабельності – 164 %. При обробці Раундап Макс у нормі 3,2 л/га витрати становили 28215 грн/га, умовно чистий прибуток – 46195 грн/га. Рівень рентабельності становить 164%.

Таблиця 6.3

Економічна ефективність застосування десикантів при вирощуванні кукурудзи (2018–2020 рр.)

Варіант			Урожайність, т/га	Вартість продукції з 1 га, грн	Витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т, грн	Умовно чистий прибуток з 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
препарат		норма витрати, л/га						
Контроль		-	10,89	76230	31571	2899	44659	141
40 % вологості зерна	Раундап Макс	2,4	10,67	74690	28340	2656	46350	164
		3,2	10,63	74410	28215	2654	46195	164
	Реглон Супер	2,0	10,61	74270	28404	2677	45866	161
		3,0	10,58	74060	28403	2685	45657	161
Настання чорної точки	Раундап Макс	2,4	10,89	76160	28739	2639	47491	165
		3,2	10,88	76090	28727	2640	47433	165
	Реглон Супер	2,0	10,87	76090	28765	2646	47325	165
		3,0	10,87	76090	28822	2651	47269	164
10 днів після настання чорної точки	Раундап Макс	2,4	10,89	76230	29121	2674	47109	162
		3,2	10,89	76160	29057	2668	47173	162
	Реглон Супер	2,0	10,88	76160	29203	2684	46957	161
		3,0	10,88	76160	29206	2684	46954	161

Використання Реглону Супер 2,0 та 3,0 л/га знизило витрати на вирощування кукурудзи до 28403–28404 грн/га, а умовно чистий прибуток зріс до 45657–45866 грн/га. Рівень рентабельності становив 161 %. При застосування десикантів при настанні чорної точки рівень рентабельності був найбільшим у досліді – 164–165 %. При обробці Раундап Макс 2,4 л/га при

настанні чорної точки виробничі витрати становили 28739 грн/га, що на 2832 грн/га менше від контролю, а умовно чистий прибуток зріс до 47491 грн/га. Збільшення норми препарату до 3,2 л/га знизило витрати до 28727 грн/га, а умовно чистий прибуток склав 47433 грн/га, що на 2774 грн/га більше порівняно з контролем.

Застосування препарату Реглон Супер при настанні чорної точки в нормі 2,0 л/га також було ефективним. Витрати на вирощування кукурудзи становили 28765 грн/га, а умовно чистий прибуток становив 47325 грн/га. При збільшенні норми витрати препарату до 3,0 л/га витрати збільшились до 28822 л/га, а умовно чистий прибуток незначно зменшився – 47269 грн/га. У варіантах застосування десикантів через 10 днів після настання чорної точки витрати на виробництво зерна кукурудзи дещо зросли, порівняно з обробкою рослин при вологості зерна 40 % та при настанні чорної точки, проте, були нижчими, ніж на контролі.

При застосуванні Раундап Макс в нормі 2,4 л/га через 10 днів після настання чорної точки витрати на вирощування становили 29121 грн/га, умовно чистий прибуток – 47109 грн/га. Рівень рентабельності становить 162 %. Збільшення норми Раундап Макс до 3,2 л/га знизило витрати до 29057 грн/га, а умовно чистий прибуток зріс до 47173 грн/га. Рівень рентабельності – 162 %.

Обприскування рослин через 10 днів після настання чорної точки препаратом Реглон Супер в нормі 2,0 л/га знижувало витрати на вирощування до 29203 грн/га, при цьому умовно чистий прибуток зріс до 46957 грн/га порівняно з контролем. При обробці кукурудзи Реглоном Супер 3,0 л/га витрати на вирощування становили 29206 грн/га, умовно чистий прибуток – 46954 грн/га. Рівень рентабельності у варіантах обробки Реглоном через 10 днів після настання чорної точки становив 161 %. Застосування десикантів в усіх варіантах було ефективним. Рівень рентабельності становив 161–165 %. Собівартість 1 т зерна кукурудзи знижувалася на 214–259 грн за рахунок зниження витрат на досушування зерна. Проведення десикації дозволяє отримати на 998–2832 грн/га більше умовно чистого прибутку (рис. 6.3).

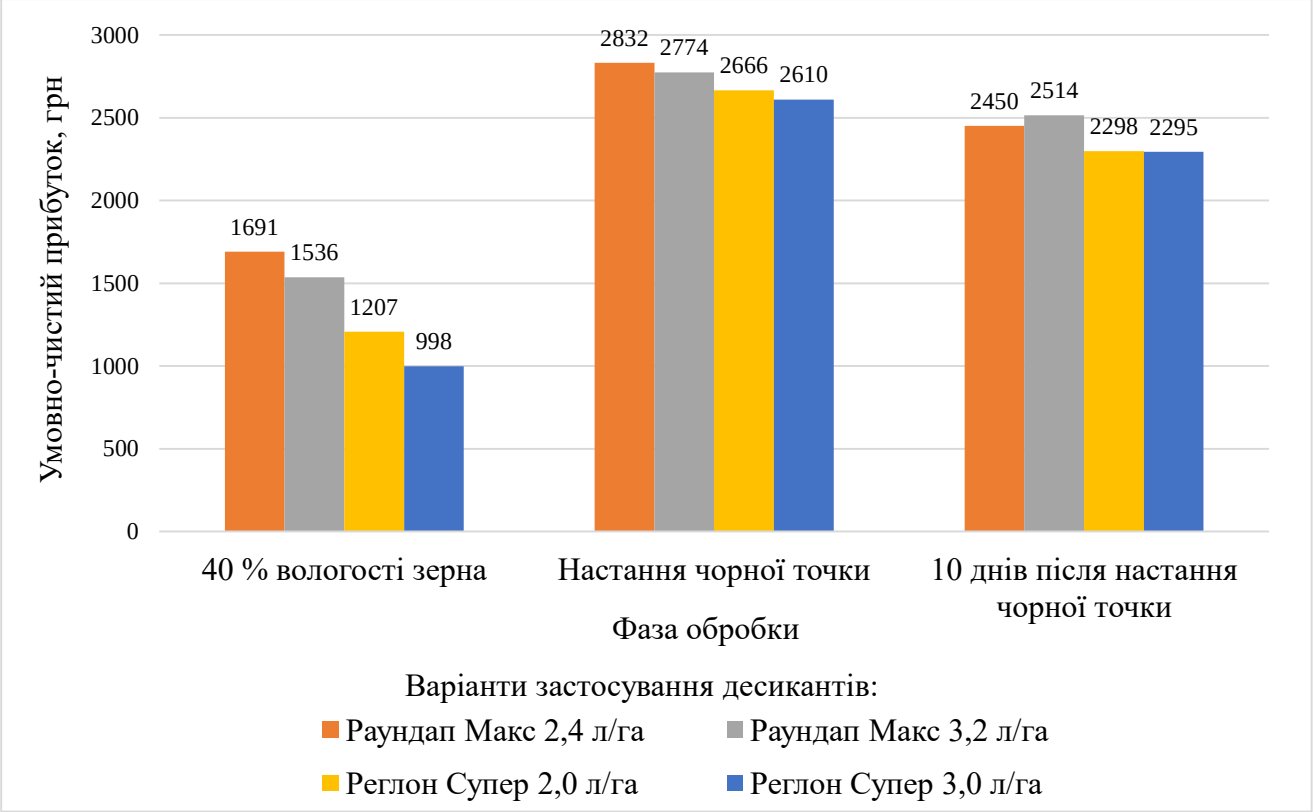

Рис. 6.3 **Динаміка приросту умовно чистого прибутку залежно від застосування десикантів при вирощуванні кукурудзи (2018–2020 рр.)**

Найменший приріст чистого прибутку був у варіантах застосування десикантів при 40 % вологості зерна кукурудзи за рахунок зниження врожайності. Найбільший приріст умовно чистого прибутку отримали у варіантах застосування десикантів при настанні чорної точки.

6.2 Енергетична оцінка технології вирощування кукурудзи на зерно

Ріст врожайності сільськогосподарських культур відбувається з підвищенням рівня енергетичних затрат на вирощування, які матеріалізовані у техніці, паливі, добривах, засобах захисту рослин та інших складових технології, зосереджених на кращому використанні сонячної енергії.

Порівняння витраченої енергії на вирощування польових культур з енергією, отриманою з урожаєм дає можливість об’єктивно оцінити ефективність технологію вирощування в цілому. На відміну від економічної

оцінки, енергетична не піддається впливу кон'юнктури ринку та повніше відображає ефективність виробництва.

Метою енергетично ефективної технології є використання таких елементів, які раціонально використовують поновлювану та непоновлювану енергію з отриманням вищої врожайності сільськогосподарських культур.

Одним із показників, який характеризує ефективність технології є коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее), що визначається відношенням витрат енергії на вирощування культури до енергоємності з урожаєм [121].

Згідно наших досліджень, внесення добрив та проведення позакореневих підживлень впливало на енергетичні показники технології вирощування кукурудзи (дод. П, табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Енергетична ефективність застосування добрив у технології вирощування кукурудзи (2018–2020 рр.)

Варіант			Урожайність, т/га	Витрати енергії на 1 га, млн Ккал	Енергоємність урожаю з 1 га, млн Ккал	Умовно-чистий прибуток з 1 га, млн Ккал	Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее
1			2	3	4	5	6
$N_{80}P_{40}K_{60}$	контроль	–	9,98	4,20	36,50	32,30	8,70
	10 листків	1*	10,55	4,40	38,58	34,18	8,76
		2*	10,76	4,51	39,35	34,84	8,73
		3*	10,91	4,57	39,90	35,33	8,73
	Викидання волоті	1*	10,39	4,40	38,00	33,59	8,63
		2*	10,45	4,51	38,22	33,71	8,48
		3*	10,53	4,57	38,51	33,94	8,43
	після цвітіння	1*	10,09	4,40	36,90	32,50	8,38
		2*	10,24	4,51	37,45	32,94	8,31
		3*	10,41	4,57	38,07	33,50	8,33
$N_{120}P_{60}K_{100}$	контроль	–	11,21	5,17	41,00	35,83	7,93
	10 листків	1*	11,75	5,37	42,97	37,60	8,00
		2*	11,93	5,48	43,63	38,15	7,97
		3*	12,18	5,54	44,54	39,00	8,04

Продовж. табл. 6.4

1			2	3	4	5	6
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Викидання волоті	1*	11,54	5,37	42,20	36,83	7,85
		2*	11,71	5,48	42,82	37,35	7,82
		3*	11,8	5,54	43,15	37,61	7,79
	після цвітіння	1*	11,37	5,37	41,58	36,21	7,74
		2*	11,44	5,48	41,84	36,36	7,64
		3*	11,56	5,54	42,28	36,74	7,63
$N_{160}P_{80}K_{140}$	контроль	–	12,19	6,14	44,58	38,44	7,27
	10 листків	1*	12,86	6,34	47,03	40,69	7,41
		2*	13,06	6,45	47,76	41,31	7,41
		3*	13,24	6,51	48,42	41,91	7,44
	Викидання волоті	1*	12,62	6,34	46,15	39,81	7,28
		2*	12,75	6,45	46,63	40,18	7,23
		3*	12,85	6,51	46,99	40,49	7,22
	після цвітіння	1*	12,38	6,34	45,27	38,93	7,14
		2*	12,48	6,45	45,64	39,19	7,08
		3*	12,57	6,51	45,97	39,46	7,06

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Збільшення норми добрив підвищувало витрати енергії на вирощування кукурудзи, які при удобренні в нормі $N_{80}P_{40}K_{60}$ становили 4,20 млн Ккал/га, а при застосуванні підживлень – 4,40–4,57 млн Ккал/га. При збільшенні норми добрив до $N_{120}P_{60}K_{100}$ витрати зросли до 5,17 млн Ккал/га на контролі та 5,37–5,54 млн Ккал/га при проведенні підживлень, а при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ – 6,14 млн Ккал/га на контрольному варіанті та 6,34–6,51 млн Ккал/га у варіантах з проведенням підживлень. Разом з тим зростав чистий прибуток з 1 га, який на фоні добрив $N_{80}P_{40}K_{60}$ становив 32,30–35,33 млн Ккал, при удобренні $N_{120}P_{60}K_{100}$ – 35,83–39,00 млн Ккал, а при $N_{160}P_{80}K_{140}$ – 38,44–40,49 млн Ккал/га.

Найвищий чистий прибуток з 1 га отримали у варіанті позакореневого підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків при удобренні в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$.

На усіх варіантах досліду коефіцієнт економічної ефективності був більше 1, що свідчить про доцільність цих елементів технології вирощування кукурудзи.

Застосування засобів захисту рослин також впливає на енергетичну ефективність технології вирощування кукурудзи (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Енергетична ефективність застосування фунгіцидів (2018–2020 рр.)

Варіант		Урожайність, т/га	Витрати енергії на 1 га, млн Ккал	Енергоємність урожаю з 1 га, млн Ккал	Умовно-чистий прибуток з 1 га, млн Ккал	Коефіцієнт енергетичної ефективності Кее
1	Контроль	9,19	5,17	33,61	28,44	6,51
2	10 листків	9,64	5,40	35,25	29,85	6,53
3	Викидання волоті	9,82	5,40	35,91	30,51	6,65
4	Після цвітіння	9,95	5,40	36,39	30,98	6,74
5	Налив зерна	10,17	5,40	37,19	31,79	6,88
6	10 листків; викидання волоті	10,25	5,43	37,48	32,06	6,90
7	10 листків; після цвітіння	10,49	5,43	38,36	32,93	7,07
8	10 листків; налив зерна	10,76	5,43	39,35	33,92	7,25
9	викидання волоті; після цвітіння	10,96	5,43	40,08	34,65	7,38
10	викидання волоті; налив зерна	11,21	5,43	41,00	35,57	7,55
11	10 листків; викидання волоті; після цвітіння	11,49	5,49	42,02	36,53	7,66
12	викидання волоті; після цвітіння; налив зерна	11,78	5,49	43,08	37,59	7,85
13	10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна	12,01	5,55	43,92	38,37	7,91

На контрольному варіанті витрати становили 5017 млн Ккал/га, при одноразовому застосуванні фунгіциду – 5,40, при дворазовому – 5,43, у триразовому – 5,49, а при чотириразовій обробці фунгіцидами витрати зросли до 5,55 млн Ккал/га.

За рахунок підвищення урожайності зростає енергоємність урожаю з 1 га. Так, на контролі цей показник становить 33,61 млн Ккал з 1 га, а збільшення кратності обробок фунгіцидами сприяє його підвищенню. Найбільшу енергоємність врожаю отримали у варіанті чотириразового застосування фунгіцидів у фазах 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна, що становить 43,92 млн Ккал/га.

Використання фунгіцидів позитивно впливало на рівень чистого прибутку енергії з 1 га. На контролі цей показник становив 28,44 млн Ккал/га, за одноразового застосування фунгіциду – 29,85–31,79, за дворазового – 32,06–35,57, а при триразовій обробці фунгіцидами – 36,53–37,53 млн Ккал/га. Найбільший чистий прибуток отримали у варіанті чотириразового застосування фунгіцидів – 38,37 млн Ккал/га.

Коефіцієнт енергетичної ефективності був найнижчим на контролі – 6,51. Одноразове застосування фунгіциду збільшило Кее до 6,53–6,88, дворазове – до 6,90–7,55, а триразове – до 7,66–7,85. Найбільший показник енергетичної ефективності отримали у варіанті чотириразового застосування фунгіцидів – 7,91.

Отже, застосування фунгіцидів сприяє кращому використанню непоновлюваних джерел енергії, та, як наслідок, підвищує енергоємність урожаю, чистий прибуток і коефіцієнт енергетичної ефективності.

Проведення десикації кукурудзи підвищує енергетичні витрати у технології вирощування (табл. 6.6). На контролі витрати енергії становили 5,17 млн Ккал/га, а при застосуванні десикантів – 5,50–5,62 млн Ккал/га.

Застосування десикантів майже не впливало на енергоємність урожаю. Дещо нижчою вона була у варіанті застосування десикантів при вологості зерна 40 % – 38,69–39,02 млн Ккал/га. На величину чистого прибутку енергії

впливали строки проведення десикації. Найбільший чистий прибуток був на контролі – 34,66 млн Ккал/га. При обробці рослин десикантами у варіанті 40 % вологості зерна кукурудзи спостерігаємо зниження чистого прибутку до 33,09–33,48 млн Ккал/га. Обробка кукурудзи у пізніші строки майже не впливала на цей показник.

Таблиця 6.6

Енергетична ефективність застосування десикантів при вирощуванні кукурудзи (2018–2020 рр.)

Варіант			Урожайність, т/га	Витрати енергії на 1 га, млн Ккал	Енергоємність урожаю з 1га, млн Ккал	Умовно-чистий прибуток з 1 га, млн Ккал	Коефіцієнт енергетичної ефективності Кее
препарат		норма внесення,л/га					
Контроль		-	10,89	5,17	39,83	34,66	7,71
40 % вологості зерна	Раундап Макс	2,4	10,67	5,54	39,02	33,48	7,04
		3,2	10,63	5,62	38,87	33,25	6,91
	Реглон Супер	2,0	10,61	5,50	38,80	33,30	7,05
		3,0	10,58	5,60	38,69	33,09	6,90
Чорна точка	Раундап Макс	2,4	10,88	5,54	39,79	34,24	7,18
		3,2	10,87	5,62	39,75	34,13	7,07
	Реглон Супер	2,0	10,87	5,50	39,75	34,25	7,22
		3,0	10,87	5,60	39,75	34,15	7,09
10 діб після чорної точки	Раундап Макс	2,4	10,89	5,54	39,83	34,28	7,18
		3,2	10,89	5,62	39,83	34,20	7,08
	Реглон Супер	2,0	10,88	5,50	39,79	34,28	7,23
		3,0	10,89	5,60	39,83	34,22	7,11

При появі чорної точки чистий прибуток становив 34,12–34,25 млн Ккал/га, а через 10 днів після настання чорної точки – 34,22–34,28 млн Ккал/га.

Максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності був на контрольному варіанті – 7,71, а у варіантах використання десикантів при вологості зерна 40 % – 6,90–7,05, при появі чорної точки – 7,09–7,22, при оброці через 10 днів після настання чорної точки – 7,08–7,23.

Проведення десикації збільшує енергетичні витрати та дещо знижує чистий прибуток та коефіцієнт енергетичної ефективності і майже не впливає на енергоємність урожаю, проте є енергетично доцільним.

Висновки до розділу 6:

1. Застосування добрив в нормах $N_{80}P_{40}K_{60}$, $N_{120}P_{60}K_{100}$ та $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведення позакореневих підживлень мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію при вирощуванні кукурудзи є економічно вигідним та рентабельним – рівень рентабельності становить 146–162 %. Найбільший чистий прибуток отримали у варіанті підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків при удобренні в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$, що складає 56871 грн/га.

2. Найбільш ефективними були позакореневі підживлення мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію у фазі 10 листків кукурудзи на всіх фонах добрив.

3. Фунгіцидна обробка кукурудзи збільшує чистий прибуток та рівень рентабельності. Максимальний чистий прибуток отримали у варіанті чотириразового застосування фунгіциду у фазах 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна, який складає 52761 грн/га. Рівень рентабельності становив 169 %.

4. Використання десикантів у технології вирощування кукурудзи є економічно вигідним. Найбільший чистий прибуток отримали у варіанті

обробки препаратом Раундап Макс 2,4 л/га при настанні чорної точки – 47491 грн/га. Рівень рентабельності становить 165 %.

5. Збільшення норм добрив та проведення позакореневих підживлень збільшували енергетичні витрати, проте за рахунок підвищення енергоємності урожаю чистий прибуток енергії зростав. Кее при цьому коливався в межах 7,06–8,70.

6. Обприскування кукурудзи фунгіцидами позитивно впливає на енергетичну оцінку технології вирощування. Чистий прибуток зріс з 28,44 млн Ккал/га на контролі до 38,37 млн Ккал/га у варіанті чотириразового використання фунгіцидів. Коефіцієнт енергетичної ефективності збільшився з 6,51 на контролі до 7,91 при чотириразовій обробці фунгіцидами.

7. У досліді із застосуванням десикантів чистий прибуток енергії дещо знизився порівняно з контролем. Коефіцієнт енергетичної ефективності був у межах 6,90–7,71.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне й практичне вирішення науковрої проблеми, яка полягає в обґрунтуванні процесів росту, розвитку, закономірностей формування врожайності і якості зерна кукурудзи, економічної й біоенергетичної оцінки залежно від технологічних заходів вирощування в умовах Лісостепу Західного.

1. Визначено, що внесення мінеральних добрив у нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведення позакореневих підживлень мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію в фазі ВВСН 20 (10 листків), забезпечували найвищі показники висоти рослин (256 см) та сухої маси – 26,22 т/га.

2. Виявлено, що найбільшу площу листкової поверхні посіву (3572,7 тис. $м^2$/га) та чисту продуктвність фотосинтезу рослин (9,74 г/$м^2$ сухої речовини за добу) забезпечив варіант застосування мінеральних добрив в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та позакореневого підживлення рослин у макростадії 1 ВВСН 20 мікродобривами (Рексолін АВС, 2,0 л/га + Maize boost, 0,2 кг/га), карбамідом, 5 % розчином та сульфатом магнію, 5 % розчином.

3. Встановлено, що фунгіцидний захист кукурудзи залежав від кліматичних умов року. Застосування фунгіцидів у фазі ВВСН 20, 59, 69 (10 листків, викидання волоті, після цвітіння та ВВСН 75 (наливу зерна) найефективніше знижувало розвиток гельмінтоспоріозу до – 4,0 %, іржі – 2,9 %, фузаріозу качанів – 1,1 % у фазі воскової стиглості. За даного варіанту технічна ефективність препаратів була найвищою – 85,5–87,0 %.

4. Досліджено, що застосування добрив покращувало структурні елементи врожаю кукурудзи. Найбільша кількість рядів зерен (16,0 шт), кількість зерен в ряді (38,1 шт) та маса зерна з качана (200,5 г) були при удобренні $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведенні позакореневих підживлень мікродобривами (Рексолін АВС, 2,0 л/га + Maize boost, 0,2 кг/га), карбамідом, 5 % та сульфатом магнію, 5% розчином у фазі ВВСН 20 (10 листків).

5. Найбільша маса зерна з качана 200,5 г та, як наслідок маса 1000 зерен – 346 г зафіксована в варіанті $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проведенні позакореневих підживлень мікродобривами (Рексолін АВС 2,0 л/га + Maize boost 0,2 кг/га), карбамідом, 5% та сульфатом магнію, 5% розчином після цвітіння.

6. Застосування десиканту Раундап Макс в нормі 3,2 л/га максимально знижувало передзбиральну вологість зерна кукурудзи на 7,6 % у варіанті з 40 % вологості, проте мало незначний вплив на врожайність – на 0,17–0,35 т/га менше порівняно з контролем (без обробок). Десиканти внесені при настанні «чорної точки» та через 10 діб після її настання не впливали на врожайність.

7. Найвищу зернову продуктивність кукурудзи – 13,24 т/га (до контролю $N_{80}P_{40}K_{60}$ на 3,24 т/га або 32,7 %) забезпечила система основного живлення рослин $N_{160}P_{80}K_{140}$ та позакореневого – 5 % розчином карбаміду з сульфатом магнію і мікродобривами (Рексолін АВС, 2,0 л/га + Maize boost, 0,2 кг/га у фазу ВВСН 20 (10 листків).

8. Фунгіцидні обробки в фази ВВСН 20 (10 листків) – Абакус 1,5 л/га; 59 (викидання волоті) – Коронет 0,7 л/га; 69 (після цвітіння) – Кустодія 0,9 л/га; 75 (налив зерна) – Аканто 1,0 л/га дозволили отримати врожайність на рівні 12,01 т/га, що на 2,82 т/га більше порівняно з контролем.

9. Збільшення норм внесення мінеральних добрив і проведення підживлень сприяло зростанню в зерні кукурудзи вмісту протеїну і зниженню крохмалю та жиру. Проте, за рахунок підвищення врожайності вихід протеїну, крохмалю та жиру з 1 га збільшувався.

10. Зі збільшенням кількості фунгіцидних обробок знижувався вміст мікотоксинів у зерні кукурудзи. Найменшу кількість фумонізину B_1 0,0544 мкг/кг, Т-2 токсину – 0,0151, зеараленону – 0,224 та ДОНу – 0,0752 мкг/кг зафіксовано при обприскуванні в фази ВВСН 20 (10 листків) – Абакус 1,5 л/га; 59 (викидання волоті) – Коронет 0,7 л/га; 69 (після цвітіння) – Кустодія 0,9 л/га; 75 (налив зерна) – Аканто 1,0 л/га. Вміст мікотоксинів не перевищував гранично допустимі концентрації.

11. За економічним аналізом, найбільший прибуток 65271 грн/га отримали в варіанті удобрення $N_{160}P_{80}K_{140)}$ та проведенні підживлень – 5% карбамідом з сульфатом магнію і мікродобривами (Рексолін АВС, 2,0 л/га + Maize boost, 0,2 кг/га) у фазі 10 листків кукурудзи; 54186 грн/га – за обробки фунгіцидами у фазі 10 листків (Абакус 1,5 л/га), викидання волоті (Коронет 0,7 л/га), після цвітіння (Кустодія 1,5 л/га) та наливу зерна (Аканто 1,0 л/га); 54491 грн/га – за десикації посіву препаратом Раундап Макс в нормі 2,4 л/га при настанні чорної точки зерна.

12. Застосування добрив підвищувало енергетичні витрати, але за рахунок підвищення енергоємності врожаю Кее був в межах 7,06–8,76. Найвищий показник – 7,91 Кее забезпечив варіант чотириразового застосування фунгіцидів в фази: 10 листків, викидання волоті, після цвітіння та наливу зерна. При використанні десикантів Кее коливався в межах 6,91–7,71.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою отримання високої врожайності зерна кукурудзи доброї якості господарствам зони Лісостепу Західного рекомендуємо:

- за вирощування даної культури на чорноземах типових вносити мінеральні добрива в нормі $N_{160}P_{80}K_{140}$ та проводити позакореневе підживлення рослин мікродобривами: Maize boost, 0,2 кг/га + Рексолін АВС, 2,0 л/га, карбамідом, 5 % та сульфатом магнію, 5 % у фазі 10 листків (ВВСН 20);
- для формування врожайності 10,5–13,0 т/га з низьким вмістом мікотоксинів в зерні, проводити фунгіцидні обробки посівів у фазах: 10 листків (Абакус, 1,5 л/га), викидання волоті (Коронет, 0,7 л/га), після цвітіння (Кустодія (0,9 л/га) та наливу зерна (Аканто, 1,0 л/га);
- з метою зниження передзбиральної вологості зерна в фазу повної фізіологічної стиглості (макростадія 8 ВВСН 87) застосовувати десикацію посіву препаратом Раундап Макс в нормі 2,4 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Азуркін В. О., Дідур І. М. Особливості вологовіддачі зерна гібридами кукурудзи залежно від норм азотних добрив. *Корми і кормовиробництво*. 2010. №. 67. С. 201–204.

2. Акулов О. Ю. Проблема мікотоксинів у кукурудзі. *Агроном*. 2019. № 3 (65). С. 124–128. URL: https://www.agronom.com.ua/problema-mikotoksyniv-u-kukurudzi/ (дата звернення: 08.06.2018р.).

3. Аріон О. В., Купач Т. Г., Дем'яненко С. О. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства. Навчально-методичний посібник. Київ, 2017. 226 с.

4. Асанішвілі Н. М. Ефективність елементів технології вирощування кукурудзи в умовах північної частини Лісостепу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН.* 2013. №. 3-4. С. 68–74.

5. Асанішвілі Н. М., Корсун С. Г., Шляхтурова С. П. Якість зерна кукурудзи залежно від технології вирощування в північній частині Лісостепу. *Землеробство.* 2014. №. 1-2. С. 63–66.

6. Балан М. Десикація посівів соняшнику та кукурудзи продуктами бренду Раундап. *Агроном*. 2020. № 3. С. 150–152. URL: https://www.agronom.com.ua/desykatsiya-sonyashnyku-i-kukurudzy-produktamy-brendu-raundap/

7. Баннікова К. В., Шевчук О.В. Пухирчаста сажка кукурудзи. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 4. С. 15–16.

8. Баннікова К., Явдощенко М. Хвороби кукурудзи 2015 року, та прогноз їхнього поширення у 2016-му. *Пропозиція.* 2016. № 3. С. 35–38. URL: https://propozitsiya.com/ua/hvorobi-kukurudzi-2

9. Барсуков І. Строки збирання кукурудзи. *Пропозиція*. №9. 2019. С.60–64. URL: https://propozitsiya.com/ua/ctroky-zbyrannya-kukurudzy

10. Бєлов Я. В. Удосконалення технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах південного Степу України : автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. наук за спеціальністю : 06.01.09 «Рослинництво». Миколаїв, 2020. 24 с.

11. Білєра Н. Калій – елемент якості або особливості калійного живлення рослин. *Агроном.* 2017. № 3 (57). С. 24–31. URL: https://www.agronom.com.ua/kalij-element-yakosti-abo-osoblyvosti-kalijnogo-zhyvlennya-roslyn/

12. Білєра Н. Сірка – важливий елемент для управління врожаєм. *Агроном*. 2017. № 4 (58). С. 22–25. URL: https://www.agronom.com.ua/sirka-vazhlyvyj-element-dlya-upravlinnya-vrozhayem/

13. Біологічна роль Cu та Mn у житті рослин. *Агрономія сьогодні*. 2020. № 5 (420). С. 70–71.

14. Борзих О. І. Хвороби рослин основних польових культур в агроценозах України. *Біоресурси і природокористування.* 2015. Т. 7. №. 1–2. С. 183–189.

15. Брезвин О., Отчич В., Коцюмбас І. Контроль мікотоксинів у кормах і їх знешкодження. *Вісник Львівського університету. Сер.: Біологічна.* 2013. № 62. С. 242–249.

16. Броннікова Л.Ф. Формування азотного поживного режиму ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Агрохімія та сучасні напрями застосування добрив і біолого-активних речовин.* 2018. № 8. С. 53–61

17. Брошура Кукурудза. ТОВ «БАСФ Т.О.В.» Київ, 2021. С. 37.

18. Веремеєнко С. І., Фурманець О. А., Піддубняк В. А., Кондратюк М. Ю. Ефективність застосування вапнякового шламу в якості меліоранту на дерновопідзолистому супіщаному ґрунті західного Полісся України. *Актуальні проблеми науково-інноваційного забезпечення виробництва зерна в контексті сучасних ринкових умов*: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів, ДУ Інститут зернових культур, Дніпро, 2019. С. 109–110.

19. Влащук А. М., Колпакова О. С., Конащук О. П. Вплив строків сівби на продуктивність та якість зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2017. №. 3. С. 89–95.

20. Вожегова Р.А., Дробіт, О.С., Шебанін В. С. Дробітько А.В. Вплив агротехнічних прийомів на продуктивність та якісні показники зерна кукурудзи. *Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених* : зб. матер. міжнар. наук.-практ. online конф. молодих вчених, м. Херсон : ІЗЗ НААН, 2020. 48–49 с.

21. Вожегова Р., Влащук А., Дробіт О., Дробітько А. Десикація посівів. *AgroOne*. № 68. 2021. URL: https://www.agroone.info/publication/desikacija-posiviv/ (дата звернення: 08.10.2019р.).

22. Волощук О. П., Стасів О. Ф., Глива В. В., Пащак М. О. Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах західного Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2021. Вип. 69 (1). С. 44–61. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-3

23. Волощук О. П., Стасів О. Ф., Глива В. В., Герешко Г. С., Пащак М. О. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від різних норм внесення мінеральних добрив у західному Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2020. Вип. 68 (I). С. 51–66. DOI: 10.32636/01308521

24. Вох В. М., Антоненко О. Ф., Галиш Ф. С. Поширення і розвиток гельмінтоспоріозу в зонах вирощування кукурудзи. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України.* 2012. № 176. С. 296–300.

25. Гень С. П. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення і обробітку ґрунту. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони.* 2011. №. 1. С. 117–121.

26. Герасименко І. Географія врожаїв : Західний Лісостеп – що треба знати агроному. URL : https://agravery.com/uk/posts/show/geografia-vrozaiv-zahidnij-lisostep-so-treba-znati-agronomu (дата звернення: 02.03.2019).

27. Гладких Ю.Г., Антонець О.А. Вплив мінерального живлення на урожайність гібридів кукурудзи. *Сучасні технології виробництва і переробки продукції рослинництва*. Матеріали IV наук.-практ. інтернет–конф. Полтавська державна аграрна академія, 2016. С. 36–41. URL: http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/3705

28. Глушко Т. В., Войташенко Д. П. Урожайність та якість зерна кукурудзи під впливом біопрепаратів в умовах зрошення південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2013. №. 59. С. 44–47.

29. Гож О. А., Марченко Т. Ю., Котов Б. С. Вплив комплексних мікродобрив на основні біометричні параметри гібридів кукурудзи. *«Біологічні дослідження – 2014» :* зб. наук. праць V всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, м. Житомир, 4-5 бер. 2014 р. Житомир, 2014. С. 28–31.

30. Господаренко Г. Живлення та удобрення кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2015. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/547-zhyvlennia-ta-udobrennia-kukurudzy.html (дата звернення: 12.06.2018р.).

31. Господаренко Г. М. Агрохімія: підручник. Київ : Аграрна освіта, 2013. 406 с.

32. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Бойко В.П. Засвоєння елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив кукурудзою. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2019. Вип. 95, 1 ч. С. 128–138.

33. Господаренко Г. М. Розробка та обґрунтування інтегрованої системи удобрення в польовій сівозміні на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. … д-ра. с.-г. наук: 06.01. 04. Київ, 2001. 42 с.

34. Грикун О. Хвороби кукурудзи. *Пропозиція.* URL: https://propozitsiya.com/ua/hvorobi-kukurudzi (дата звернення: 09.07.2018р.).

35. Дерменко О. Бура плямистість кукурудзи. *Пропозиція*. 2011. № 1. С. 80-82. URL: https://propozitsiya.com/ua/bura-plyamistist-kukurudzi

36. Дерменко О. Сажкові хвороби кукурудзи. *Пропозиція.* 2012. №8. С.76-78. URL: https://propozitsiya.com/ua/sazhkovi-hvorobi-kukurudzi

37. Дмитрик П.М. Фітопатологія : конспект лекцій. Івано-Франківськ, 2015. 127с.

38. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016, 316 с.

39. Дробітько О.М. Особливості формування продуктивності кукурудзи залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агрофітоценозі в умовах південно-західного Степу. *Корми і кормо- виробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник.* Вінниця, 2008. Вип. 60. С. 62–68.

40. Єрмакова Л. М., Івановська Р. Т., Дем'янчук О. П. Вплив позакореневого підживлення гібридів кукурудзи на їх продуктивність. *Землеробство.* 2006. №. 78. С. 47–53.

41. Єрмакова Л. М., Свистунов Ю. В. Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від удобрення в Лівобережному Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. №. 4. С. 60–62.

42. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії / За ред В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

43. Жолобецький Г. Десикація кукурудзи - комерційне нав'язування чи технологічна потреба? *Пропозиція.* 2014. № 10. С. 84–87. URL: https://propozitsiya.com/ua/desykaciya-kukurudzy-komerciyne-navyazuvannya-chy-tehnologichna-potreba

44. Заболотний О. І. Біологічні процеси в рослинах і ґрунті та продуктивність кукурудзи при застосуванні гербіциду Базис 75, Зеастимуліну і

Рексоліну в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. наук за спеціальністю: 03.00.12. «Фізіологія рослин» Умань, 2007. 24 с.

45. Заставний Ф. Д. Географія України. У 2-х кн. / Ред. М. П. Парцей. Львів: Світ, 1994. 472 с.

46. Захарченко Е. А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2019. Вип.4. С. 8–14.

47. Захист кукурудзи від шкідників і хвороб / В.В. Кириченко, В.П. Петренкова, А.Г. Гур'єв та ін. Посібник українського хлібороба: Науково-виробничий щорічник. К., 2008. С. 14–31.

48. Іванів М.О. Морфофізіологічні показники гібридів кукурудзи залежно від ґрунтово-екологічного пункту. *Зрошуване землеробство*. 2012. №. 57. С. 86–92.

49. Іжевська Н. М. Ґрунти Хмельницької області. Львів: Каменяр, 1968. 72 с.

50. Каламбет В. Кукурудза vs летюча сажка. *Agroexpert*. 2016. №12 (101). URL:https://agroexpert.ua/kukurudza-vs-letuca-sazka/ (дата звернення: 08.09.2019р.).

51. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. *Таврійський науковий вісник*. 2018. №. 101. С. 42–49.

52. Камінська О. В. Токсикогенні мікроміцети роду fusarium, біологічне обґрунтування заходів обмеження накопичення їх вторинних метаболітів у пшениці озимій та кукурудзи в правобережному Лісостепу України : автор.дис. канд. с.-г. н. : 06.01.11. Київ, 2020. 146 с.

53. Камінська О. В., Марченко Т. В., Кирик М. М., Шевченко Л. В. Сезонна динаміка накопичення мікотоксинів у зерні кукурудзи. *Біоресурси і*

природокористування. 2020. Т.12, № 1-2. С. 47–55. https://doi.org/10.31548/bio2020.01.006

54. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3. С. 27–34. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-4

55. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М. Формування якості зерна кукурудзи різних напрямів використання залежно від технології вирощування в Лісостепу. *Корми і кормовиробництво,* 2020. № 89. С. 74–84. DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202089-07

56. Капітанська О. Збалансоване живлення – запорука формування стресостійкості рослин. *Пропозиція.* 2017. №3. URL: https://propozitsiya.com/ua/sbalansirovannoe-pitanie-i-podkormka-rasteniy-mineralnymi-udobreniyami-zalog-formirovaniya (дата звернення: 18.06.2018р.).

57. Капустян М. В., Чернобай Л. М., Сікалова О. В. Вихідний матеріал для селекції кукурудзи на стійкість до шкідливих організмів. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. ВВ Докучаєва*. 2015. №. 1-2. С. 59–64.

58. Каталог засобів захисту рослин Bayer 2021. Режим доступу www.cropscience.bayer.ua (дата звернення: 08.08.2018р.).

59. Каталог засобів Syngenta 2021. Режим доступу https://www.syngenta.ua/ (дата звернення: 08.08.2018р.).

60. Каталог засобів захисту рослин Adama 2021. ТОВ «Адама Україна». Режим доступу www.adama.com/ukraine (дата звернення: 08.08.2018р.).

61. Каталог засобів захисту рослин Corteva agriscience. Режим доступу www.corteva.com.ua (дата звернення: 08.08.2018р.).

62. Каталог засобів захисту рослин BASF 2021. Режим доступу www.agro.basf.ua (дата звернення: 09.08.2018р.).

63. Кернасюк Ю.В. Маржинальна кукурудза. *Агробізнес сьогодні*. 2019. № 21. С.12–16. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/15564-marzhynalna-kukurudza.html

64. Килимнюк О. І. Аналіз хімічного складу зерна кукурудзи та перспективи використання в годівлі свиней відходів її переробки на спирт і біоетанол. *Корми і кормовиробництво*. 2013. №. 77. С. 300–307.

65. Кирик Н., Пиковский М. Бурая пятнистость или гельминтоспориоз кукурузы. *Овощеводство.* 2011. №. 5. С. 54.

66. Кирпа М. Особливості збирання й доробки кукурудзи і соняшнику. 2012. № 9. С. 56–61. URL: https://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-zbirannya-y-dorobki-kukurudzi-i-sonyashniku

67. Кирпа М. Я., Стасів О. Ф., Боденко Н. А., Лавриненко Ю. О. Вплив проморожування насіння гібридів кукурудзи на його якість. *Аграрні інновації*. 2020. № 3. С. 82–86. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.3.14

68. Кирпа М. Я., Стасів О. Ф., Лук'яненко Т. М., Марченко, Т. Ю. Якість насіння гібридів кукурудзи залежно від збиральної вологості і умов дозрівання. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 115–119. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.17

69. Кирпа М. Травмування насіння кукурудзи та заходи щодо його обмеження. *Пропозиція.* № 12. 2014. С. 102–105. URL: https://propozitsiya.com/ua/travmuvannya-nasinnya-kukurudzi-ta-zahodi-shchodo-yogo-obmezhennya

70. Кирпа М. Хімічне сушіння: десикація рослин та особливості її проведення. *Пропозиція.* 2012. №8. С. 84–87. URL: https://propozitsiya.com/ua/himichne-sushinnya-desikaciya-roslin-ta-osoblivosti-yiyi-provedennya

71. Китайова С. С., Понуренко С. Г., Чернобай Л. М., Деркач І. Б. Темпи вологовіддачі зерна кукурудзи при достиганні гібридів різних груп стиглості. *Селекція і насінництво*. 2013. №. 104. С. 66–74.

72. Князюк О. В., Липовий В. Г., Підпалий І. Ф. Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну продуктивність гібридів кукурудзи. *Агробіологія*. 2012. №. 9. С. 116–120

73. Ковальчук І. Важливі аспекти підвищення прибутковості вирощування кукурудзи. *Агроном.* URL: https://www.agronom.com.ua/vazhlyvi-aspekty-pidvyshhennya-prybutkovosti-vyroshhuvannya-kukurudzy/ (дата звернення: 18.10.2018р.).

74. Котельников Д. Ефективність способів обробітку ґрунту та живлення посівів кукурудзи на півдні України : автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. н за спеціальністю: 06.01.02. «Землеробство» Херсон, 2015. 23 с.

75. Красненков С., Дудка М., Чабан В., Носов С., Березовський С. Реакція гібридів кукурудзи на густоту стояння рослин у північній підзоні Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. №. 8. С. 81–86.

76. Крестьянінов Ю. В., Єрмакова Л. М., Антал Т. В. Економічна та енергетична ефективність вирощування кукурудзи залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення посівів. *Наукові доповіді НУБіП України.* №. 5 (87). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.006

77. Кузьо Н. Що варто знати про фосфор і фосфорні добрива? *Агрономія сьогодні*. 2020. №5 (420). С. 52–53

78. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання : навч.-практ. посіб. / за заг. ред. Д.Шпаара. Київ : Альфа-стевія ЛТД . 2009. 396 с.

79. Лавриненко Ю. О., Гож О. А., Марченко Т. Ю., Сова Р. С., Глушко Т. В., Михаленко І. В., Шепель А. В. Продуктивність нових гібридів кукурудзи ФАО 310-430 за впливу регуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. № 66. С. 27–30.

80. Лавриненко Ю. О., Рубан В.Б. Динаміка листової поверхні рослин кукурудзи та фотосинтетичні показники посівів при краплинному способі

поливу в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2014. №4. С. 122–128.

81. Лавриненко Ю. О., Рубан В. Б. Динаміка накопичення сирої маси та сухої речовини рослинами кукурудзи при краплинному способі поливу в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2014. №. 61. С. 124–126.

82. Ласло О.О., Дяденко С.С. Застосування мікродобрив у технології вирощування кукурудзи та їх вплив на урожайність. *Збалансований розвиток агроекосистем України: сучасний погляд та інновації :* матеріали І всеук. наук.-практ. конф. 16 лист. 2017 р. Полтава, 2017. С. 12–15

83. Лашина М. В., Туровець В. М., Глушко Т. В. Встановлення кореляційних залежностей між адаптивними і морфометричними ознаками та їх значення при розробці моделей гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення південного Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. №. 3. С. 141–145.

84. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.

85. Лихочвор В., Петриченко В. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге видання, доповн. і виправл. Львів: НВФ «Українські технології», 2012. 324 с.

86. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. Агробізнес сьогодні. 2014. №8 (279). URL:http://agro-госпobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/435-systema-udobrennia-kukurudzy.html (дата звернення: 13.08.2018р.).

87. Лихочвор В. В., Шинкарук Л. М. Фотосинтетичні показники рослин кукурудзи залежно від елементів удобрення. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: зб. тез IV Міжнародної науково-практичної конференції, квітень 2021 року. Науково-методичний центр ВФПО. Київ. С.95–97.

88. Логінова І. В., Білєра Н. М. Ефективність різних форм і способів внесення мікроелементів у технологіях вирощування сільськогосподарських

культур. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія.* 2014. №. 195 (1). С. 71–78.

89. Логінова І., Смик С. Прогнозування ефективності добрив під кукурудзу на зерно за даними ґрунтової діагностики. *Наукові доповіді НУБіП*. 2012. №3 (32). URL: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2012_3/12liv.pdf (дата звернення: 08.09.2019р.).

90. Логинова И. Успешный менеджмент фосфора. *Агроном.* 2016. № 3. С. 32–38.

91. Любар В. Органогенез кукурудзи як технічна складова. Зерно. 2015. №3 (108). С. 98–102

92. Магнієвий спалах урожайності. *Зерно.* 2020. №1 (166). С. 48–49.

93. Мазур О. В. Кореляційні зв'язки ознак, що впливають на придатність до механізованого обмолоту самозапилених ліній кукурудзи. *Сучасна аграрна наука: напрями досліджень, стан і перспективи:* зб. мат. II міжвуз. наук-практич. конф. аспірантів, Вінниця, 27–28 лютого 2002 р..Вінниця, 2002. С. 52–53.

94. Мазур В. А., Циганська О. І., Шевченко Н. В. Висота рослин кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сільське господарство та лісівництво.* 2018. № 8. С. 5–13.

95. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6 (Т. 1). С. 7–13.

96. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Формування площі листкової поверхні рослин гібридів кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Біоресурси і природокористування*. 2018. № 1-2. С. 108–114.

97. Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України. Підручник. К.: Знання, 2005. 511 с.

98. Марков І. Л. Діагностуємо хвороби кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2011. №. 5. С. 204. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/112-diahnostuiemo-khvoroby-kukurudzy.html

99. Марков І. Кукурудза – під пильним наглядом. *Агробізнес сьогодні*. 2019. № 24. С.38–43. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17892-kukurudza-pid-pylnym-nahliadom.html

100. Марков І. Сажкові хвороби кукурудзи. *Агрономія сьогодні*. 2020. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17407-sazhkovi-khvoroby-kukurudzy.html (дата звернення: 25.06.2018р.).

101. Марков І. Фузаріоз і червона гниль качанів кукурудзи. *Пропозиція.* URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11598-fuzarioz-i-chervona-hnyl-kachaniv-kukurudzy.html

102. Марчук І. У., Савчук А. В., Філонов Е. А. Добрива та їх використання: Довідник К. : Арістей, 2010. 254 с.

103. Маткевич В.Т., Коровіна М .О., Коломієць Л.В., Рудак Ю.О., Резніченко В.П., Нікіфоров Д.О., Глазкова М.С., Савранчук В.В., Андрощук С.Т., Семеняка І.М., Смалиус В.М. Вплив різних доз мінеральних азотних добрив на формування екологічно чистої продукції при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Корми і кормовиробництво,* 2005. № 55. С. 73–79.

104. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 208 с.

105. Мельничук Ф. С., Мельничук Л. М., Алєксєєва С. А., Лікар С. П. Вплив стеблового кукурудзяного метелика на розвиток фузаріозу качана. *Карантин і захист рослин*. 2017. №10-12. С. 21–24.

106. Микроэлементы в сельском хозяйстве / под ред. Булыгина С., 3-е издание, перераб. и дополн. Дніпропетровськ: Січ, 2007. 100 с.

107. Мирошник І. Бор – необхідний для рослин, прибутковий для господарів. *Агроном*. 2018. №2 (60). С. 26–27.

108. Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Ефективність використання азотних добрив у прикореневому підживленні кукурудзи. *Зернові культури*. 2021. Т. 5. № 2. С. 329–335. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0192

109. Молдован Ж. А. Собчук С. І. Вплив допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення посівів кукурудзи на індивідуальну продуктивність рослин і урожайність зерна. Зернові культури. 2020. Т. 4. № 1. С. 130–138. Doi: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0116

110. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці: Книги XXI, 2004. 400 с.

111. Нінуа О. Заповіді успішної десикації. *Agroexpert : практ. посіб. аграрія*. 2017. № 8. С. 30–34 URL: https://agroexpert.ua/zapovidi-uspishnoi-desykatsii/

112. Носов С. С. Біометричні показники та зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від строків сівби і густоти стояння рослин у північній підзоні Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.* 2014. №. 2. С. 86–90.

113. Омелюта В. П., Григорович І. В., Чабан В. С. та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / За ред. Омелюти В. П. Київ: Урожай, 1986. 296 с.

114. Оменюк В. Я., Антоненко О. Ф. Розвиток фузаріозу початків кукурудзи на гібридах різних груп стиглості та його шкідливість в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 3 (67). DOI: http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.03.008

115. Оменюк В. Я., Антоненко О. Ф. Інтегрований хімічний захист кукурудзи від фузаріозу початків в умовах правобережного Лісостепу України. *Біоресурси і природокористування*. 2017. Т. 9. № 3-4. С. 55–61.

116. Оменюк В. Я. Інтенсивність розвитку хвороб качанів кукурудзи, викликаних грибами роду Fusarium. *Карантин і захист рослин*. 2017. Вип. 7-9. С. 1–3.

117. Паламарчук Д. В. Науково-теоретичне обґрунтування технології вирощування т адаптивності гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного : автореф. на здобуття вченого ступеня д-ра.

с.-г. наук за спеціальністю : 06.01.09 «Рослинництво». Кам'янець-Подільський, 2020. 44 с.

118. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : підручник. Вінниця, 2013. 713 с.

119. Пащенко Ю. М., Кордін О. І., Рибка В. С., Скринник Я. Т., Шишкіна О. Ю. Особливості застосування мікродобрив Реаком Плюс сумісно з гербіцидами в технології вирощування кукурудзи: агротехнологічна та економічна сутність. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. №. 38. С. 16–19.

120. Писаренко П. В., Біляєва, І. М., Пілярський В. Г., Пілярська О. О. Фотосинтетичний потенціал рослин кукурудзи залежно від умов вирощування. *Миронівський вісник.* 2015. №. 1. С. 243–251.

121. Пересипкін В.Ф. Сільськогосподарська фітопатологія: підручник. Київ : Аграрна освіта, 2000. С. 415.

122. Петрина Г. І., Рудавська Н. М., Глива В. В., Гавриляк Я. Я., Федак В. В. Особливості росту й розвитку нових гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2013. №. 55 (2). С. 93–98.

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

124. Петриченко В. Ф., Томашук О. В. Особливості формування показників якості зерна кукурудзи за різних технологій вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*. 2019. Т. 10. №. 2. С. 29–37.

125. Піковський М., Кирик М., Столяр А. Небезпечні грибні хвороби кукурудзи: діагностика та заходи захисту. URL: https://propozitsiya.com/ua/nebezpechni-gribni-hvorobi-kukurudzi-diagnostika-ta-zahodi-zahistu (дата звернення: 17.10.2018р.).

126. Пілярська О. О. Продуктивність гібриду кукурудзи Крос 221М залежно від умов зволоження та густоти стояння рослин в умовах південного Степу України : автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. наук за спеціальністю : 06.01.09 «Рослинництво». Херсон, 2016. 20 с.

127. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М., Окрушко С.Є. Загальна фітопатологія : навч. посіб. / за ред. Н.В. Пінчук: Вінниця, 2018. 272 с.

128. Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив позакореневих підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. №. 4. С. 102–109.

129. Поляков В. І. Особливості формування якісних показників зерна кукурудзи залежно від комплексу елементів технології вирощування. *Агробіологія.* 2020. № 2. С. 132–138.

130. Полянчиков С., Капітанська О., Ковбель А. Цинк. Системний підхід у мінеральному живленні рослин. *Агроном*. 2019. № 4 (58). С. 26–27. URL: https://www.agronom.com.ua/tsynk-systemnyj-pidhid-u-mineralnomu-zhyvlenni-roslyn/

131. Полянчиков С., Капітанська О. Основи ефективності позакореневих підживлень. *Пропозиція*. 2019. №2. С. 74–75.

132. Полянчиков С., Капітанська О. Фізіологічна роль елементів живлення у підвищенні стресостійкості рослин. *Агроном.* 2018. №1 (59). С. 36–37. URL: https://infoindustria.com.ua/fiziologichna-rol-elementiv-zhivlennya-u-pidvishhenni-stresostiykosti-roslin/

133. Полянчиков С., Логінова І., Капітанська О. Менеджмент цинку та його значення для рослин. *Агроном.* 2020. № 3. С. 26–30. URL: https://www.agronom.com.ua/menedzhment-tsynku-ta-jogo-znachennya-dlya-roslyn/

134. Полянчиков С., Логінова І. Що приховано за етикеткою мікродобрив? Агроном, 2019. URL: https://www.agronom.com.ua/shho-pryhovano-za-etyketkoyu-mikrodobryv/ (дата звернення: 25.10.2019р.).

135. Приставш І. В. Агрохімічна оцінка застосування добрив під кукурудзу на зерно у сівозміні на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті

Лісостепу України : автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. наук за спеціальністю : 06.01. 04. « Агрохімія». Київ, 2005. 23 с.

136. Прогресивні технології вирощування кормових культур / за ред. Д.І. Мазоренка і Г.Є.Мазнєва. 2008. Харків: «Майдан». 333 с.

137. Рибка В., Ляшенко Н., Дудка М. Вирощування кукурудзи в Україні. Яка перспектива? *Агрономія сьогодні*. URL : http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11994-vyroshchuvannia-kukurudzy-v-ukraini-yaka-perspektyva.html (дата звернення: 28.10.2018р.).

138. Романенко М. Вологовіддача як фактор економічної ефективності вирощування кукурудзи. *Пропозиція.* №12. 2010. С. 16–18. URL: https://propozitsiya.com/ua/vologoviddacha-yak-faktor-ekonomichnoyi-efektivnosti-viroshchuvannya-kukurudzi

139. Рудавська Н. М., Гук Р. М. Вплив удобрення на формування врожаю гібридів кукурудзи. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. №. 61. С. 123–134.

140. Рудавська Н. М., Глива В. В. Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. №. 64. С. 120–132.

141. Руда М. Є., Васянович О. М., Сапейко В. П., Янголь Ю. А., Левченко З. А., Камінська О. В. Випадок фузаріотоксикоза серед свиней. *Ветеринарна біотехнологія*. 2019. № (35), С. 129–134.

142. Румбах М. Ю. Продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від густоти рослин та фону мінерального живлення. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. №. 40. С. 110–113.

143. Румбах М. Ю. Шляхи підвищення врожайності зерна гібридів кукурудзи в північній підзоні Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2009. № 1. С. 44–46. URL: http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/2624 (дата звернення: 26.08.2022р.).

144. Саблук С. Фунгіцидний захист кукурудзи – нова тенденція з високим потенціалом. *Зелені сторінки: бюлетень компанії "Дюпон"*. 2018. С.5–6.

145. Сажки та фузаріоз кукурудзи. *Agroexpert*. 2014. № 8. С. 34–37.

146. Свидинюк І. М., Асанішвілі Н. М., Величко В. П. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від технологічних факторів у північному Лісостепу. *Землеробство*. 2006. №. 78. С. 40–46.

147. Секун М. П., Сніжок О. В. Необхідність та особливості застосування сучасних пестицидів на посівах кукурудзи. *Захист і карантин рослин*. 2017. Вип. 63. С.145–150.

148. Семенда О. В. Сучасний стан та шляхи підвищення економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи. *Агросвіт.* 2020. № 3. С. 43–49. DOI: 10.32702/2306-6792.2020.3.43

149. Семеняка І., Григор'єва О, Гайденко О. Інтенсивний підхід до кукурудзи. *Агрономія сьогодні*. URL : http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/653-intensyvnyi-pidkhid-do-kukurudzy.html (дата звернення: 21.09.2018р.).

150. Сергієнко В. Використання фунгіцидних протруйників на кукурудзі з регуляторами росту і без : дослідження. URL: https://www.growhow.in.ua/zastosuvannia-funhitsydnykh-protruynykiv-na-kukurudzi-z-rehuliatoramy-rostu-i-bez-doslidzhennia/ (дата звернення: 23.09.2018р.).

151. Сіроха О.Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2014. Вип. 5(82). С. 37–47.

152. Сизько Ф. Ф. «Ефективність системи захисту кукурудзи від шкідливих організмів в умовах селянського фермерського господарства «Сизько Ф.І.» Новомосковського району Дніпропетровської області : робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра : спец. 201 - Агрономія / наук. кер.

К. П. Маслікова. Дніпро : Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2021. 62 с.

153. Скринник Я. Т. Особливості застосування комплексних рідких добрив при вирощуванні кукурудзи в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства.* 2010. №. 39. С. 103–106.

154. Слюсар І. Т., Богатир Л. В. Врожайність кукурудзи залежно від основного обробітку та удобрення на осушуваних органогенних ґрунтах Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2016. №. 88 (1). С. 93–100.

155. Сонько Р.С., Марченко О.А., Стародуб М.Ф., Коломієць В.М. Вплив технології вирощування на показники індукції флуоресценції хлорофілу за вирощування рослин кукурудзи. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012. №178. С. 127–132.

156. Сторчоус І. Зачистка врожаю. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/277-zachystka-vrozhaiu.html. Дата звернення: 16.10.2019р.).

157. Сторчоус І. Переджнивне підсушування рослин. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/362-peredzhnyvne-pidsushuvannia-roslyn.html. Дата звернення: 19.10.2019р.).

158. Сторчоус І. Передзбиральна обробка зернових культур гербіцидами. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/700-peredzbyralna-obrobka-zernovykh-kultur-herbitsydamy.html. Дата звернення: 19.10.2019р.).

159. Сторчоус І. Правила десикації посівів зернових. *Агробізнес сьогодні*. 2018. №14. С. 12–13. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11950-pravyla-desykatsii-posiviv-zernovykh.html

160. Сухомуд, О. Г., Адаменко, Д. М., Кравець, І. С., Суханов, С. В. Вплив застосування мікродобрив ТМ «Актив-Харвест» на ріст, розвиток і врожайність рослин кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. Вип. 94, ч.1. С. 156–164.

161. Танчик С. П., Центило Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України.* 2017. №. 269. С. 74–83.

162. Тарасенко О. В. Вплив добрив на фотосинтетичну продуктивність посівів кукурудзи за прямої сівби. *Вісник аграрної науки.* 2014. № 7. С. 73–76.

163. Татаринова В. І., Рожкова Т. О., Бурдуланюк А. О., Василина М.І. Стійкість гібридів кукурудзи до сажкових хвороб. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2015. № (9). С. 108–111.

164. Тесля Т. О. Вплив способів основного обробітку ґрунту на шкідливість стеблових гнилей кукурудзи. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. ВВ Докучаєва*. 2016. №. 1-2. С. 103–106.

165. Трибель С. О., Стригун О. О. Захист рослин – реальний напрям збільшення виробництва рослинницької продукції. *Захист і карантин рослин*. 2013. №. 59. С. 324–336.

166. Трубілов О. В. Особливості формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2014. Випуск 2. С. 132–137.

167. Трубілов О. В. Формування врожайності зерна гібридів кукурудзи залежно від основного обробітку грунту і рівня мінерального живлення. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. №. 40. С. 107–110.

168. Федоренко В.П., Пащенко Ю.М., Дудка Е.Л. Защита кукурузы при интенсивной технологии ее возделывания. *Агроном*. 2011. № 4 (34). С. 74–83.

169. Філіпов Г.Л., Яремко Л.С. Фотосинтетична діяльність зрошуваної кукурудзи в посівах різної структури. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. 2003. Дніпропетровськ. №20. С. 21–23.

170. Фітофармакологія : підручник / М.Д. Євтушенко, Ф.М. Марютін, В.П. Туренко та ін. За ред. професорів М.Д. Євтушенка, Ф.М. Марютіна. Київ: Вища освіта, 2004. 432 с.

171. Хаблак С. Адаптація технології вирощування кукурудзи до кліматичних змін. *Агробізнес сьогодні*. 2020. №24. С. 34–38. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/20609-adaptatsiia-tekhnolohii-vyroshchuvannia-kukurudzy-do-klimatychnykh-zmin.html

172. Хаблак С. Як не витрачатися на досушування зерна кукурудзи. URL: https://www.zerno-ua.com/journals/2022/sichen-2022/yak-ne-vitrachatisya-na-dosushuvannya-zerna-kukurudzi/ (дата звернення: 18.11.2018р.).

173. Худяков О.І. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи. *Землеробство.* Вип. 83, 2011. С.67–71.

174. Цехмейструк М., Муфазаров Н., Манько К. Аспекти вирощування кукурудзи. *Агрономія сьогодні.* 2014. № 8 (279). С. 28–33. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/436-aspekty-vyroshchuvannia-kukurudzy.html

175. Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М., Носов С. С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.

176. Челомбітко А., Баннікова К. Ураженість кукурудзи шкідниками і хворобами наприкінці літа 2019 р. *Пропозиція.* URL: https://propozitsiya.com/ua/urazhenist-kukurudzy-shkidnykamy-i-hvorobamy-naprykinci-lita-2019-r (дата звернення: 08.10.2019р.).

177. Черкас В. Без сірки? Ніяк! *Агрономія сьогодні*. 2020. №23 (438). С. 60–61.

178. Черкас В. Скільки коштує тонно-відсоток? URL: http://agro-business.com.ua/agro/zberihannia/item/24053-skilki-koshtue-tonno-vidsotok.html (дата звернення: 08.02.2022р.).

179. Черчель В. Вологість зерна кукурудзи під час збирання: формування, облік, значення. *Пропозиція*. 2016. № 9. С. 56–60. URL: https://propozitsiya.com/ua/vologist-zerna-kukurudzy-pid-chas-zbyrannya-formuvannya-oblik-znachennya

180. Швартау В.В., Зозуля О.Л., Михальська Л.М., Санін О.Ю. Фузаріози культурних рослин : монографія. Київ : Логос, 2016. 164 с.

181. Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на продуктивність гібридів кукурудзи для виробництва біоетанолу в умовах Лісостепу правобережного: автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. наук за спеціальністю : 06.01.09. «Рослинництво» Камянець-Подільський, 2018, 209 с.

182. Шевчук П. Калій невід'ємний елемент для кукурудзи. *Зерно*. 2019. URL: https://www.zerno-ua.com/news/kaliy-nevid-iemniy-element-dlya-kukurudzi/ (дата звернення: 08.09.2018р.).

183. Шелудько, О. Д., Куценко, С. В., Клубук, В. В., Найдьонов, В. Г., Нижеголенко, В. М. Захист зрошуваної кукурудзи від шкідників та хвороб. *Зрошуване землеробство*. 2011. № (55), С. 185–190.

184. Шинкарук Л. М. Вплив застосування фунгіцидів на розвиток фузаріозу качанів кукурудзи. *Інноваційні технології в рослинництві:* матеріали IV Всеукраїнської наукової інтернет-конференії, м. Кам'янець-Подільський, 10 травня 2021. С. 165–167.

185. Шинкарук Л. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: агрономія.* 2021. №25. С. 162—166. DOI: https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.162.

186. Шинкарук Л. М. Вплив позакореневого підживлення на висоту рослин кукурудзи. *Проблеми та перспективи розвитку науки, освіти і технологій. Частина 2*: зб. тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції, м.Полтава, 27 січня 2022. Полтава: ЦФЕНД, 2021. С. 46–48.

187. Шинкарук Л. Вплив удобрення кукурудзи на біометричні показники та елементи структури урожаю кукурудзи в умовах західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Вип. 96, ч. 1. 2020. С. 443–456. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-443-456

188. Шинкарук Л. Десиканти як елемент технології вирощування кукурудзи. Актуальні тенденції розвитку науки та освіти: зб. тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції, м Полтава, 14 жовтня 2021 р. Полтава: ЦФЕНД, 2021. С. 69–70.

189. Шинкарук Л. Технічна ефективність застосування фунгіцидів за вирощування кукурудзи. *Карантин і захист рослин.* 2022. № 1 (268). С. 17–20. DOI : https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.1.17-20

190. Шульц П. Живлення кукурудзи та оптимальний склад добрива. *Агроном.* 2020. URL: https://www.agronom.com.ua/zhyvlennya-kukurudzy-ta-optymalnyj-sklad-dobryva/

191. Яворов В. М. Вплив хімічних меліорантів і мінеральних добрив на урожайність зерна кукурудзи та фізико-хімічні властивості грунту. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету.* 2016. Т. 1. №. 24. С. 237–244.

192. Янголь Ю. А. Основні токсикологічні властивості фумонізинів. *Ветеринарна біотехнологія*. 2017. №. 31. С. 141–148.

193. Ярошенко М. О., Куцан О. Т., Оробченко О. Л. Моніторинг кормів для ВРХ молочного напряму продуктивності на наявність плісеневих мікроміцетів у господарствах північно-східного регіону України. *Ветеринарна біотехнологія*. 2018. №. 32 (2). С. 602–610.

194. Anderson N. R., Romero Luna M. P., Ravellette J. D., Wise K. A. Impact of foliar fungicides on Gibberella ear rot and deoxynivalenol levels in Indiana corn. *Plant health progress*. 2017. № 18(3) P. 186–191. DOI: https://doi.org/10.1094/PHP-01-17-0010-RS

195. Almodares A., Jafarinia M., Hadi M.R. The effects of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 2009. T. 6. №. 4. P. 441–446.

196. Alcantara E., Wyse, D. Glyphosate as harvest aid for corn (Zea mays). *Weed Technology*. 1988. T. 2. № 4. P. 410-413. doi: 10.1017 / S0890037X00032176

197. Alloway B. J. Zinc in soils and crop nutrition. 2-edition, France 2008. 136 p.

198. Ariño A., Herrera M., Juan T., Estopañan G., Carramiñana J. J., Rota C., Herrera A. Influence of agricultural practices on the contamination of maize by fumonisin mycotoxins. *Journal of food protection*. 2009. T. 72. №. 4. P. 898–902.

199. Armstrong D. L., Griffin K. P., Danner M. Influence of Potassium on Nitrogen Fixation. *Better Crops With Plant Food.* 1998. International Plant Nutrition Institute, LXXXII (82). No. 3. P. 30–31.

200. Armstrong D. L., Griffin K. P., Danner M. Potassium Interactions with Other Nutrients. *Better Crops With Plant Food.* 1998. International Plant Nutrition Institute, LXXXII (82). No. 3. P. 12–13.

201. Armstrong D. L., Griffin K. P., Danner M. Potassium Reduces Stress from Drought, Cool Soils, and Compaction. *Better Crops With Plant Food.* 1998. International Plant Nutrition Institute, LXXXII (82). No. 3. P. 34–36.

202. Baran A., Pinczuk G., Zajac T., Jasiewicz C. Wpływ odmiany i sposobu nawożenia na zawartość i nagromadzenie makroelementów w charakterystycznych fazach rozwojowych kukurydzy (Zea mays). *Acta Agrophysica.* 2011. T. 17. №. 2 [189]. S. 255–265.

203. Barlog P., Frackowiak-Pawlak K. Effect of mineral fertilization on yield of maize cultivars differing in maturity scale. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*. 2008. T. 7. №. 4. S. 5–17

204. Biswas D. K., Ma B. L. Effect of nitrogen rate and fertilizer nitrogen source on physiology, yield, grain quality, and nitrogen use efficiency in corn. *Canadian Journal of Plant Science*. 2016. T. 96. №. 3. C. 392–403.

205. Blandino M., Galeazzi M., Savoia W., Reyneri A. Timing of azoxystrobin+ propiconazole application on maize to control northern corn leaf blight and maximize grain yield. *Field Crops Research*. 2012. № 139. P. 20–29. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.09.014

206. Bullerman L. B. Occurrence of Fusarium and fumonisins on food grains and in foods. *Fumonisins in food*. 1996. P. 27–38. DOI: 10.1007/978-1-4899-1379-1-3

207. Bush B. J., Carson M. L., Cubeta M. A., Hagler W. M., Payne G. A. Infection and fumonisin production by Fusarium verticillioides in developing maize kernels. 2004. *Phytopathology.* № 94(1) P. 88–93. DOI: https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.1.88

208. Camera J. N., Koefender J., Golle D. P., Cattaneo R. Efficiency of fungicide chemical group in the preventive and curative control of Puccinia sorghi in corn and Cercospora zeae-maydis sporulation in different culture media. *International journal for innovation education and research.* 2018. Vol. 6. № 9. P. 42–54. DOI: https://doi.org/10.31686/ijier.Vol6.Iss9.1151

209. Carpane P. D., Peper A. M., Kohn F. Management of Northern Corn Leaf Blight using Nativo (Trifloxistrobin+ Tebuconazole) Fungicide Applications. *Crop Protection*. 2020. № 127. P. 104982. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104982

210. Chudziński B. Niedobór cynku ogranicza plonowanie kukurydzy! *Wiadomosci Rolnicne Polska*. 2017. URL: https://www.wrp.pl/niedobor-cynku-ogranicza-plonowanie-kukurydzy/ (дата звернення: 18.10.2018р.).

211. Collins A. Fusarium head blight (scab) is an important disease affecting wheat and barley. *The Pennsylvania State University*. 2003. URL: https://extension.psu.edu/fusarium-head-blight (дата звернення: 19.11.2018р.).

212. Crane P. L. The Use of Pre-Harvest Sprays as an Aid in Field Drying Corn 1. *Agronomy Journal*. 1958. Т. 50. №. 1. С. 35–36. https://doi.org/10.2134/agronj1958.00021962005000010010

213. Davis J. G., Westfall D. G. *Soil. Crop Series.* Colorado State University. Libraries. 2014. URL: https://erams.com/agnutrient/wp-content/uploads/2017/04/00538.pdf (дата звернення: 25.10.2018р.).

214. De Curtis F., De Cicco V., Haidukowski M., Pascale M., Somma S., Moretti A. Effects of agrochemical treatments on the occurrence of Fusarium ear rot

and fumonisin contamination of maize in Southern Italy. *Field Crops Research*. 2011. T. 123. №. 2. C. 161–169.

215. Dey U., Harlapur S. I., Dhutraj D. N., Suryawanshi A. P., Badgujar S. L., Jagtap G. P., Kuldhar D. P. Spatiotemporal yield loss assessment in corn due to common rust caused by Puccinia sorghi Schw. *African Journal of Agricultural Research*. № 7(37), 2012. P. 5265–5269. URL: https://doi.org/10.5897/AJAR12.1103

216. Dey U., Harlapur S. I., Dhutraj D. N., Suryawanshi A. P., Bhattacharjee R. Integrated disease management strategy of common rust of maize incited by Puccinia sorghi Schw. *African Journal of Microbiology Research*. 2015. № 9(20). P. 1345–1351. DOI: https://doi.org/10.5897/AJMR2014.7112

217. Dibb D. W., Thompson Jr W. R. (1985). Interaction of potassium with other nutrients. *Potassium in agriculture*. 1985. P. 515–533.

218. Dill-Macky R., Jones R. K. The effect of previous crop residues and tillage on Fusarium head blight of wheat. *Plant Disease*. 2000. Vol. 84. P. 71–76.

219. Doehlert D. C., Knutson C. A., Vesonder R. F. Phytotoxic effects of fumonisin B 1 on maize seedling growth. *Mycopathologia*, 1994. №127(2), P. 117–121.

220. Ebrahimi S. T., Yarnia M., Benam M. K., Tabrizi E. F. M. Effect of potassium fertilizer on corn yield (Jeta cv.) under drought stress condition. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environ Sci.* 2011. T. 10. №. 2. C. 257–263.

221. Eli K., Schaafsma A. W., Limay-Rios V., Hooker D. C. (2021). Effect of pydiflumetofen on Gibberella ear rot and Fusarium mycotoxin accumulation in maize grain. *World Mycotoxin Journal*. 2021. № 14(4) P. 495–512. DOI: https://doi.org/10.3920/WMJ2020.2638

222. Falcão V. C. A., Ono M. A., de Avila Miguel T., Vizoni E., Hirooka E. Y., Ono E. Y. S. Fusarium verticillioides: evaluation of fumonisin production and effect of fungicides on in vitro inhibition of mycelial growth. *Mycopathologia*. 2011. № 171(1) P. 77–84. DOI: 10.1007/s11046-010-9339-9

223. Faske T. R., Emerson M. Multiyear evaluation of fungicide efficacy and application timing for control of southern rust in hybrid corn in Arkansas. *Plant*

Disease. 2021. № 105(4). P. 1108–1114. DOI: https://doi.org/10.1094/PDIS-06-20-1247-RE

224. Felix D'Mello J. P., Macdonald A., Postel D., Dijksma W. T., Dujardin A., Placinta C. M. Pesticide use and mycotoxin production in Fusarium and Aspergillus phytopathogens. 1998. *European Journal of Plant Pathology*. № 104(8) P. 741–751.

225. Formenti S., Magan N., Pietri A., Battilani, P. (2012). In vitro impact on growth, fumonisins and aflatoxins production by Fusarium verticillioides and Aspergillus flavus using anti-fungal compounds and a biological control agent. Phytopathologia Mediterranea. 2012. Vol. 51 № 1. P. 247–256.

226. Gesch R. W., Wells M. S., Hard A. Desiccation of corn allows earlier direct seeding of winter camelina in the northern corn belt. *Crop Science*. 2021. № 61. P. 2787–2797. https://doi.org/10.1002/csc2.20549

227. Gniewowska E. Kukurydza lubi cynk. *Polifoska*. 2019. URL: https://polifoska.pl/porady/535-kukurydza-lubi-cynk (дата звернення: 12.10.2019р.).

228. Griffin, James L., Joseph M. Boudreaux, and Donnie K. Miller. Herbicides As Harvest Aids. *Weed Science.* 2010. T. 58, №. 3. P. 355–358. URL: http://www.jstor.org/stable/40891109

229. Gromadzka K., Błaszczyk L., Chełkowski J., Waśkiewicz A. Occurrence of mycotoxigenic Fusarium species and competitive fungi on preharvest maize ear rot in Poland. *Toxins.* 2019. № 11(4) P. 224. DOI: https://doi.org/10.3390/toxins11040224

230. Gxasheka M., Wang J., Gunya B., Mbanjwa V., Tyasi T. L., Dlamini P., & Gao, J. In vitro effect of some commercial fungicides on mycelial growth of Fusarium species causing maize ear rot disease in China. *Archives of Phytopathology and Plant Protection.* 2021. № 54(11-12). P. 557–569. DOI: https://doi.org/10.1080/03235408.2020.1844531

231. Haidukowski, M., Pascale, M., Perrone, G., Pancaldi, D., Campagna, C., Visconti, A. Effect of fungicides on the development of Fusarium head blight, yield

and deoxynivalenol accumulation in wheat inoculated under field conditions with Fusarium graminearum and Fusarium culmorum. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2005. Vol. 85 № 2. P. 191–198.

232. Hassegawa R.H, Fonseca H., Fancelli A. L, da Silva V. N, Schammass E. A, Reis T. A, Corrêa B. Influence of macro-and micronutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. *Food Control*. 2008. T. 19. №. 1. P. 36–43. DOI 10.1016/j.foodcont.2007.01.006

233. Holou R. A. Y., Kindomihou V. Impact of nitrogen fertilization on the oil, protein, starch, and ethanol yield of corn (Zea mays L.) grown for biofuel production. *Journal of Life Sciences*. 2011. T. 5. C. 1013–1021.

234. Illés Á., Mousavi S. N., Bojtor C., Nagy J. The plant nutrition impact on the quality and quantity parameters of maize hybrids grain yield based on different statistical methods. *Cereal Research Communications*. 2020. T. 48. №. 4. C. 565–573.

235. Iqbal A., Hidayat Z. Potassium management for improving growth and grain yield of maize (Zea mays L.) under moisture stress condition. *Scientific reports.* 2016. T. 6. №. 1. P. 1–12.

236. Jakhar D. S., Singh R., Kumar S., Singh P., Ojha V. Turcicum leaf blight: A ubiquitous foliar disease of maize (Zea mays L.). *Int J Curr Microbiol App Sci*, 2017. №6(3), P. 825–831.

237. Joris H. A. W., Caires E. F., Bini A. R., Scharr D. A., Haliski A. Effects of soil acidity and water stress on corn and soybean performance under a no-till system. *Plant and soil*. 2013. T. 365. №. 1. P. 409–424.

238. Kim H., Woloshuk C. P. Role of AREA, a regulator of nitrogen metabolism, during colonization of maize kernels and fumonisin biosynthesis in Fusarium verticillioides. *Fungal Genetics and Biology*. 2008. T. 45. №. 6. P. 947–953.

239. Kruczek A. Wpływ dawek azotu i sposobów stosowania nawozów azotowych i nawozu wieloskładnikowego na plonowanie kukurydzy. *Pamiętnik Puławski*. 2005. T. 140. S. 129–138.

240. Księżak J., Bojarszczuk J., Staniak M. Produkcyjność kukurydzy i sorga w zależności od poziomu nawożenia azotem. *Polish Journal of Agronomy*. 2012. T. 8. S. 20–28.

241. Logrieco A., Mule G., Moretti A., Bottalico A . Toxigenic Fusarium species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. *Mycotoxins in plant disease*. 2002. № 108. P. 597–609. DOI: 10.1007/978-94-010-0001-7_1

242. Magalhães P. C., Durães F. O. M., Karam D. Eficiência dos dessecantes paraquat e diquat na antecipação da colheita do milho. *Planta Daninha*. 2002. № 20(3). P. 449–455.

243. Maleki A., Fazel S., Naseri R., Rezaei K., Heydari M. The effect of potassium and zinc sulfate application on grain yield of maize under drought stress conditions. *Advances in Environmental Biology*. 2014. P. 890–894.

244. Mallowa S. O., Esker P. D., Paul P. A., Bradley C. A., Chapara V. R., Conley S. P., Robertson A. E. Effect of maize hybrid and foliar fungicides on yield under low foliar disease severity conditions. *Phytopathology*. 2015. № 105(8). P. 1080–1089. DOI: 10.1094/PHYTO-08-14-0210-R

245. Marocco A., Gavazzi C., Pietri A., Tabaglio, V. On fumonisin incidence in monoculture maize under no-till, conventional tillage and two nitrogen fertilisation levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2008. T. 88. №. 7. P. 1217–1221.

246. Mazzoni E., Scandolara A., Giorni P., Pietri A., Battilani, P. Field control of Fusarium ear rot, Ostrinia nubilalis (Hübner), and fumonisins in maize kernels. *Pest Management Science*. 2011. № 67(4) P. 458–465. DOI: https://doi.org/10.1002/ps.2084

247. Miao Y., Mulla D. J., Robert P. C., Hernandez J. A. Within-field variation in corn yield and grain quality responses to nitrogen fertilization and hybrid selection. *Agronomy Journal*. 2006. T. 98. №. 1. С. 129–140.

248. Mielniczuk E., Skwaryło-Bednarz B. Fusarium head blight, mycotoxins and strategies for their reduction. *Agronomy*. 2020. № 10(4). P. 509. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy10040509

249. Nielsen R. L. Field drydown of mature corn grain. *West Lafayette: Purdue University*. 2011. URL: http://www.kingcorn.org/news/timeless/GrainDrying.html (дата звернення: 11.06.2019р.).

250. Oldenburg E., Höppner F., Ellner F., Weinert J. Fusarium diseases of maize associated with mycotoxin contamination of agricultural products intended to be used for food and feed. *Mycotoxin research*. 2017. № 33(3). P. 167–182. DOI: https://doi.org/10.1007/s12550-017-0277-y

251. Parsons M. W., Munkvold G. P. Associations of planting date, drought stress, and insects with Fusarium ear rot and fumonisin B1 contamination in California maize. *Food Additives and Contaminants*. 2010. № 27(5). P. 591–607.

252. Paul P. A., Madden L. V., Bradley C. A., Robertson A. E., Munkvold G. P., Shaner G., ... & Esker P. Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the US Corn BeltPhytop. *Pathology*. 2011. Т. 101. №. 9. С. 1122–1132. https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-11-0091

253. Pirgozliev, S. R., Edwards, S. G., Hare, M. C., Jenkinson, P. Strategies for the control of Fusarium head blight in cereals. *European Journal of Plant Pathology*. 2003. Vol. 109 № 7. P. 731–742.

254. Qin P. W., Xu J., Jiang Y., Hu L., Van Der Lee T., Waalwijk C., Zhang W. M., Xu X. D. Survey for toxigenic Fusarium species on maize kernels in China. *World Mycotoxin Journal*. 2020. № 13(2). P. 213–224. DOI: https://doi.org/10.3920/WMJ2019.2516

255. Shapiro C. A., Ferguson R. B., Hergert G. W., Dobermann A., Wortmann C. S. Fertilizer suggestions for corn. *University of Nebraska-Lincoln, Extension*, 2008. 6 p.

256. Shim W. B., Woloshuk C. P. Nitrogen repression of fumonisin B1 biosynthesis in Gibberella fujikuroi. *FEMS microbiology letters.* 1999. Т. 177. №. 1. С. 109–116.

257. Singh S., Savoy H. J., Yin X., Schneider L., Jagadamma S. Phosphorus and potassium fertilizer rate verification for a corn–wheat–soybean rotation system in Tennessee. *Agronomy Journal*. 2019. T. 111. №. 4. C. 2060–2068.

258. Shah D. A., Dillard H. R. Managing foliar diseases of processing sweet corn in New York with strobilurin fungicides. *Plant disease*. 2010. № 94(2). P. 213–220. DOI: https://doi.org/10.1094/PDIS-94-2-0213

259. Shynkaruk L., Lykhochvor V. Effect of Desiccant Application on Pre-Harvest Humidity of Medium-Early Hybrid LG 3258 Corn in Western Forest-Steppe Conditions. 2021. *Scientific horizons*. № 24 (12), p. 32–38. DOI: 10.48077/scihor.24(12).2021.32-38

260. Shynkaruk L., Lykhochvor V. Influence of fertilization and foliar feeding on maize grain qualitative indicators. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. T. 11. №. 6. C. 113–116. doi: 10.15421/2021_232

261. Stefania P., Visentin I., Valentino D., Vanara F., Blandino M., Tamietti G. The effect of different infection pathways on fusarium maize kernel infection and fumonisin contamination. *XV Congresso della Società Italiana di Patologia Vegetale*. 2009. Vol. 91. P. S4–81p.

262. Szöllősi G., Kleinheincz C., Hidvégi S., Jolánkai M. The effect of desiccation on maize quality. *Cereal Research Communications*. 2005. № 33(1). P. 349–352.

263. Szulc P., Bocianowski J., Kruczek A., Szymańska G., Roszkiewicz R. Response of two cultivar types of maize (Zea mays L.) expressed in protein content and its yield to varied soil resources of N and Mg and a form of nitrogen fertilizer. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2013. T. 22. №. 6. C. 1845–1853.

264. Szulc P., Bocianowski J., Waśkiewicz A., Beszterda M. Wpływ stosowania różnych nawozów azotowych na poziom stężenia fumonizyn w ziarnie różnych odmian mieszańcowych kukurydzy. *Progress in Plant Protection*. 2012. T. 52. №. 2. S. 306–309.

265. Szulc P., Krauklis D., Baldys W., Kobus-Cisowska J. Soil abundance in N min and formation of maize grain yield components. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. 2020. T. 65. №. 1. S. 39–43.

266. Talbierz P. Kluczowe mikroelementy w kukurydzy – cynk i bor. Chemirol. *Partner i doradca w rolnictwie.* URL: http://blog.chemirol.com.pl/2016/05/17/kluczowe-mikroelementy-w-kukurydzy-cynk-i-bor/ (дата звернення: 08.08.2018р.).

267. Teich A. H. Epidemiology of corn (Zea mays L.) ear rot caused by Fusarium spp. *Fusarium. – Elsevier*, 1989. Vol. 2. C. 319–328. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-87468-9.50024-9

268. Telenko D. E., Ravellette J. D., Wise K. A. Assessing late vegetative and tasseling fungicide application timings on foliar disease and yield in Indiana corn. *Plant Health Progress*. 2020. №21(4). P. 224–229. DOI: https://doi.org/10.1094/PHP-03-20-0022-RS

269. Testa G., Reyneri A., Cardinale F., Blandino M. Grain yield enhancement through fungicide application on maize hybrids with different susceptibility to northern corn leaf blight. *Cereal Research Communications*. 2015. № 43(3) P. 415–425. DOI: https://doi.org/10.1556/crc.2014.0050

270. Thomason W., Battaglia M. Early defoliation effects on corn plant stands and grain yield. *Agronomy Journal*. 2020. № 112(6). P. 5024–5032. DOI: 10.1002/agj2.20402

271. Van Der Westhuizen L., Shephard G. S., Scussel V. M., Costa L. L., Vismer H. F., Rheeder J. P., Marasas W. F. Fumonisin contamination and Fusarium incidence in corn from Santa Catarina, Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003. № 51(18). P. 5574–5578. DOI: 10.1021/jf034298z

272. Wang X., Liu S., Yin X., Bellaloui N., Winings J. H., Agyin-Birikorang S., Singh U., Sanabria J., Mengistu, Maize Grain Composition with Additions of NPK Briquette and Organically Enhanced N Fertilizer. *Agronomy*. 2020. T. 10. №. 6. C. 852.

273. Wang Z. H., Li S. X., Malhi S. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2008. Т. 88. №. 1. С. 7–23.

274. Wise K. A., Smith D., Freije A., Mueller D. S., Kandel Y., Allen T., Tenuta, A. Meta-analysis of yield response of foliar fungicide-treated hybrid corn in the United States and Ontario, Canada. *PLoS One*. 2019. № 14(6). DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217510 (дата звернення: 13.09.2020р.).

275. Xu Q. F., Tsai C. L., Tsai C. Y. Interaction of potassium with the form and amount of nitrogen nutrition on growth and nitrogen uptake of maize. *Journal of Plant Nutrition.* 1992. Volume 15. Issue 1. P. 23–33. URL: https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/01904169209364299?scroll=top&needAccess=true

276. Yin J., Cao W., Wang Z., Li T., Mo Y., Wang Y., Tan W. Evaluation of the Potential of Diquat (1, 1′-Ethylene-2, 2′-bipyridyl) to Assist Maize Mechanical Harvesting As a Desiccant. *ACS Agricultural Science & Technology*. 2021. № 1(6). P. 589–596. DOI: https://doi.org/10.1021/acsagscitech.1c00054

277. Zhao L., Xie L., Huang J., Su Y., Zhang C. c. Proper Glyphosate Application at Post-anthesis Lowers Grain Moisture Content at Harvest and Reallocates Non-structural Carbohydrates in Maize *Frontiers in plant science*. 2020. № 11. P. 1–15. doi: 10.3389/fpls.2020.580883

278. Zhang F., Mackenzie A. F., Smith D. L. Corn yield and shifts among corn quality constituents following application of different nitrogen fertilizer sources at several times during corn development. *Journal of plant nutrition.* 1993. Т. 16. №. 7. P. 1317–1337.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Висота рослин кукурудзи в фазу молочної стиглості ВВСН 75 залежно від застосування мінеральних добрив та мікродобрив (2018 р.), см

№	Фаза обробки	Підживлення	Норма добрив		
			$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
1	Контроль (без підживлення)		231	235	239
2	10 листків	Мікродобрива*	236	239	242
3		Мікродобрива + карбамід	238	241	244
4		Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	239	242	246
5	Викидання волоті	Мікродобрива	235	237	240
6		Мікродобрива + карбамід	236	239	241
7		Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	237	240	243
8	Після цвітіння	Мікродобрива	231	234	240
9		Мікродобрива + карбамід	230	236	238
10		Мікродобрива + карбамід $MgSO_4$	231	235	238

Примітка: Мікродобрива* – Рексолін АВС + Maize boost.

Додаток А.2

Висота рослин кукурудзи в фазу молочної стиглості ВВСН 75 залежно від застосування мінеральних добрив та мікродобрив (2019 р.), см

№	Фаза обробки	Підживлення	Норма добрив		
			$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
1	Контроль (без підживлення)		243	247	251
2	10 листків	Мікродобрива*	248	251	255
3		Мікродобрива + карбамід	250	254	257
4		Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	251	255	259
5	Викидання волоті	Мікродобрива	247	249	253
6		Мікродобрива + карбамід	248	251	254
7		Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	249	253	256
8	Після цвітіння	Мікродобрива	243	246	249
9		Мікродобрива + карбамід	244	246	250
10		Мікродобрива + карбамід $MgSO_4$	245	247	250

Примітка: Мікродобрива* – Рексолін АВС + Maize boost.

Додаток А.3

Висота рослин кукурудзи в фазу молочної стиглості ВВСН 75 залежно від застосування мінеральних добрив та мікродобрив 2020 р., см

№	Фаза обробки	Підживлення	Норма добрив		
			$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
1	Контроль (без підживлення)		246	250	254
2	10 листків	Мікродобрива*	251	254	259
3		Мікродобрива + карбамід	253	258	261
4		Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	254	259	263
5	Викидання волоті	Мікродобрива	250	252	257
6		Мікродобрива + карбамід	251	254	258
7		Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	252	257	260
8	Після цвітіння	Мікродобрива	246	249	255
9		Мікродобрива + карбамід	246	250	256
10		Мікродобрива + карбамід $MgSO_4$	247	250	256

Примітка: Мікродобрива* – Рексолін АВС + Maize boost.

Додаток Б.1

Площа листкової поверхні посівів кукурудзи (2018 р.), тис. м^2/га

Фон добрив	Фаза Обробки	Варіант підживлення	Фаза розвитку рослин			
			12 листків	Цвітіння	Молочна стиглість	Воскова стиглість
$N_{80}P_{40}K_{60}$	Контроль		20,7	32,2	31,7	29,2
	10 Листків	1*	21,8	35,2	32,9	32,5
		2*	22,0	35,7	33,5	33,0
		3*	22,3	36,3	34,2	33,6
	Викидання Волоті	1*	20,6	33,7	31,8	30,9
		2*	21,1	33,9	31,8	31,1
		3*	21,3	34,4	32,3	31,6
	Після Цвітіння	1*	20,7	32,8	29,7	29,3
		2*	20,8	33,1	30,3	29,2
		3*	21,4	33,0	30,4	29,3
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль		23,4	35,7	35,0	33,0
	10 Листків	1*	24,6	37,5	35,2	34,9
		2*	24,9	38,1	35,1	35,5
		3*	25,4	38,7	36,3	36,2
	Викидання Волоті	1*	23,7	35,8	33,1	34,6
		2*	23,5	36,3	33,6	34,7
		3*	23,8	36,7	34,0	34,9
	Після Цвітіння	1*	23,4	34,6	32,2	33,0
		2*	24,1	34,9	32,6	33,1
		3*	23,7	34,7	32,6	33,1
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль		25,1	37,3	36,8	34,7
	10 Листків	1*	26,8	42,2	38,8	39,9
		2*	27,1	42,6	39,3	40,4
		3*	27,6	43,4	39,9	41,2
	Викидання Волоті	1*	25,4	39,2	36,3	36,7
		2*	25,2	39,5	36,1	37,0
		3*	26,1	39,8	37,3	37,4
	Після Цвітіння	1*	25,4	37,4	34,8	34,7
		2*	25,7	37,6	34,8	34,7
		3*	25,3	37,6	35,0	34,8

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток Б.2

Площа листкової поверхні посівів кукурудзи (2019 р.), тис. м^2/га

Фон добрив	Фаза Обробки	Варіант підживлення	Фаза розвитку рослин			
			12 листків	Цвітіння	Молочна стиглість	Воскова стиглість
$N_{80}P_{40}K_{60}$	Контроль		26,2	40,7	38,7	34,5
	10 Листків	1*	27,6	44,5	42,5	38,4
		2*	27,8	45,2	43,0	39,0
		3*	28,2	45,9	43,8	39,7
	Викидання Волоті	1*	26,2	42,7	40,8	36,5
		2*	26,2	42,9	40,9	36,7
		3*	26,2	43,6	41,1	37,4
	Після Цвітіння	1*	26,2	40,8	38,8	34,6
		2*	26,3	40,7	38,8	34,5
		3*	26,2	40,8	38,9	34,6
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль		29,6	45,2	42,8	39,0
	10 Листків	1*	31,1	47,4	45,5	41,2
		2*	31,5	48,1	45,9	42,0
		3*	32,1	48,9	46,5	42,8
	Викидання Волоті	1*	29,7	47,1	43,1	40,9
		2*	29,6	47,2	43,7	41,0
		3*	29,7	47,4	44,1	41,2
	Після Цвітіння	1*	29,6	45,2	43,0	39,0
		2*	29,6	45,3	43,0	39,2
		3*	29,6	45,3	43,1	39,2
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль		31,8	47,2	45,8	41,0
	10 Листків	1*	33,9	53,3	51,5	47,2
		2*	34,3	53,9	51,9	47,7
		3*	34,8	54,9	52,3	48,7
	Викидання Волоті	1*	31,9	49,6	47,7	43,4
		2*	31,9	49,9	48,0	43,79
		3*	31,8	50,4	48,2	44,2
	Після Цвітіння	1*	31,9	47,2	45,9	41,0
		2*	31,9	47,2	45,9	41,0
		3*	31,9	47,3	45,9	41,1

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток Б.3

Площа листкової поверхні посівів кукурудзи (2020 р.), тис. м^2/га

Фон добрив	Фаза Обробки	Варіант підживлення	Фаза розвитку рослин			
			12 листків	Цвітіння	Молочна стиглість	Воскова стиглість
$N_{80}P_{40}K_{60}$	Контроль		24,5	38,1	35,2	30,5
	10 Листків	1*	25,9	41,8	40,4	33,8
		2*	26,1	42,4	40,8	34,5
		3*	26,3	42,9	41,4	35,0
	Викидання Волоті	1*	24,6	40,0	38,7	32,2
		2*	24,1	40,2	38,9	32,4
		3*	23,9	40,8	38,8	33,0
	Після Цвітіння	1*	24,5	37,7	37,4	30,6
		2*	24,6	37,2	36,8	30,5
		3*	23,8	37,5	36,9	30,6
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль		27,7	42,4	38,9	34,5
	10 Листків	1*	29,2	44,4	43,5	36,4
		2*	29,4	45,2	44,1	37,1
		3*	30,1	45,9	44,1	37,7
	Викидання Волоті	1*	27,6	45,5	41,4	36,1
		2*	27,6	45,2	41,8	36,2
		3*	27,5	45,2	42,2	36,4
	Після Цвітіння	1*	27,7	43,5	42,1	34,5
		2*	27,0	43,4	41,7	34,5
		3*	27,4	43,6	41,9	34,5
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль		29,8	44,2	42,2	36,2
	10 Листків	1*	31,7	50,0	50,1	41,6
		2*	32,2	50,5	50,4	42,1
		3*	32,7	51,4	50,3	43,0
	Викидання Волоті	1*	29,7	46,5	46,2	38,4
		2*	29,9	46,8	46,7	38,6
		3*	28,8	47,2	45,9	39,0
	Після Цвітіння	1*	29,7	44,1	44,4	36,2
		2*	29,4	43,9	44,4	36,2
		3*	29,8	44,1	44,2	36,3

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток В.1

Нагромадження сухої маси рослин кукурудзи залежно від підживлення мікродобривами (2018 р.), т/га

Фон добрив	Фаза Обробки	Варіант підживлення	Фаза розвитку рослин			
			12 листків	Цвітіння	Молочна стиглість	Воскова стиглість
$N_{80}P_{80}K_{40}$	Контроль		2,58	7,36	11,63	16,39
	10 Листків	1*	2,75	8,28	13,15	18,55
		2*	2,77	8,39	13,32	18,81
		3*	2,82	8,57	13,6	19,18
	Викидання Волоті	1*	2,58	7,69	12,27	17,45
		2*	2,59	7,74	12,34	17,54
		3*	2,58	7,92	12,56	17,81
	Після Цвітіння	1*	2,58	7,38	11,67	16,57
		2*	2,59	7,38	11,69	16,61
		3*	2,59	7,38	11,7	16,65
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль		2,93	8,55	13,29	18,51
	10 Листків	1*	3,1	9,39	14,63	20,85
		2*	3,16	9,57	14,9	21,18
		3*	3,26	9,77	15,21	21,59
	Викидання Волоті	1*	2,93	9,03	14,02	19,73
		2*	2,94	9,05	14,09	19,9
		3*	2,94	9,09	14,18	20,03
	Після Цвітіння	1*	2,93	8,55	13,32	18,84
		2*	2,93	8,56	13,34	18,93
		3*	2,93	8,56	13,35	18,97
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль		3,21	9,22	14,5	20,36
	10 Листків	1*	3,45	10,55	16,67	23,6
		2*	3,51	10,68	16,86	23,9
		3*	3,54	10,87	17,14	24,25
	Викидання Волоті	1*	3,23	9,76	15,35	21,68
		2*	3,21	9,82	15,44	21,84
		3*	3,21	9,87	15,54	22,06
	Після Цвітіння	1*	3,21	9,23	14,55	20,57
		2*	3,23	9,24	14,59	20,66
		3*	3,23	9,24	14,61	20,71

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток В.2

Нагромадження сухої маси рослин кукурудзи залежно від підживлення мікродобривами (2019 р.), т/га

Фон добрив	Фаза Обробки	Варіант підживлення	Фаза розвитку рослин			
			12 листків	Цвітіння	Молочна стиглість	Воскова стиглість
$N_{80}P_{80}K_{40}$	Контроль		3,16	9,02	14,26	20,09
	10 Листків	1*	3,37	10,15	16,12	22,74
		2*	3,4	10,28	16,33	23,06
		3*	3,46	10,51	16,68	23,51
	Викидання Волоті	1*	3,16	9,43	15,05	21,39
		2*	3,17	9,49	15,13	21,51
		3*	3,16	9,71	15,4	21,84
	Після Цвітіння	1*	3,16	9,05	14,3	20,31
		2*	3,17	9,05	14,33	20,37
		3*	3,17	9,05	14,34	20,41
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль		3,6	10,48	16,29	22,69
	10 Листків	1*	3,79	11,52	17,94	25,57
		2*	3,87	11,73	18,27	25,97
		3*	3,99	11,98	18,64	26,47
	Викидання Волоті	1*	3,6	11,07	17,18	24,19
		2*	3,61	11,09	17,27	24,4
		3*	3,61	11,14	17,38	24,56
	Після Цвітіння	1*	3,6	10,48	16,33	23,1
		2*	3,6	10,49	16,36	23,21
		3*	3,6	10,49	16,37	23,26
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль		3,94	11,3	17,78	24,96
	10 Листків	1*	4,23	12,94	20,43	28,94
		2*	4,3	13,1	20,67	29,3
		3*	4,34	13,32	21,02	29,73
	Викидання Волоті	1*	3,95	11,97	18,81	26,58
		2*	3,94	12,03	18,93	26,77
		3*	3,94	12,1	19,05	27,04
	Після Цвітіння	1*	3,94	11,32	17,83	25,22
		2*	3,95	11,33	17,88	25,33
		3*	3,95	11,33	17,91	25,39

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток В.3

Нагромадження сухої маси рослин кукурудзи залежно від підживлення мікродобривами (2020 р.), т/га

Фон добрив	Фаза Обробки	Варіант підживлення	Фаза розвитку рослин			
			12 листків	Цвітіння	Молочна стиглість	Воскова стиглість
$N_{80}P_{80}K_{40}$	Контроль		2,62	7,49	11,84	16,67
	10 Листків	1*	2,8	8,42	13,38	18,87
		2*	2,82	8,53	13,55	19,13
		3*	2,87	8,72	13,84	19,51
	Викидання Волоті	1*	2,62	7,83	12,48	17,75
		2*	2,63	7,87	12,55	17,85
		3*	2,62	8,06	12,78	18,12
	Після Цвітіння	1*	2,62	7,51	11,87	16,86
		2*	2,63	7,51	11,89	16,9
		3*	2,63	7,51	11,9	16,93
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль		2,98	8,7	13,52	18,83
	10 Листків	1*	3,15	9,56	14,89	21,22
		2*	3,21	9,73	15,16	21,55
		3*	3,31	9,94	15,47	21,96
	Викидання Волоті	1*	2,98	9,18	14,26	20,07
		2*	2,99	9,2	14,33	20,25
		3*	2,99	9,25	14,42	20,38
	Після Цвітіння	1*	2,98	8,7	13,55	19,17
		2*	2,98	8,71	13,57	19,26
		3*	2,98	8,71	13,59	19,3
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль		3,27	9,38	14,75	20,71
	10 Листків	1*	3,51	10,73	16,95	24,01
		2*	3,57	10,87	17,15	24,31
		3*	3,6	11,05	17,44	24,67
	Викидання Волоті	1*	3,28	9,93	15,61	22,05
		2*	3,27	9,99	15,71	22,22
		3*	3,27	10,04	15,81	22,44
	Після Цвітіння	1*	3,27	9,39	14,8	20,93
		2*	3,28	9,4	14,84	21,02
		3*	3,28	9,4	14,86	21,07

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток Г.1

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи залежно від удобрення та підживлення (2018 р.), тис. $м^2$ діб/га

№	Фаза обробки	Добриво	Норма добрив		
			$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
1	Контроль		2488,9	2762,3	2940,0
2	10 листків	1*	2712,7	2951,3	3261,2
3		2*	2747,0	2986,3	3293,1
4		3*	2787,8	3034,5	3334,5
5	Викидання волоті	1*	2596,7	2843,0	3040,4
6		2*	2604,2	2859,0	3053,4
7		3*	2623,8	2874,5	3073,8
8	Після цвітіння	1*	2511,2	2795,3	2952,9
9		2*	2515,8	2801,4	2954,3
10		3*	2517,6	2805,0	2957,7

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток Г.2

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи залежно від удобрення та підживлення (2019 р.), тис. м^2 діб/га

№	Фаза обробки	Добриво	Норма добрив		
			$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
1	Контроль		2848,8	3186,8	3383,2
2	10 листків	1*	3089,9	3362,2	3756,8
3		2*	3128,6	3403,8	3797,8
4		3*	3175,4	3463,6	3853,9
5	Викидання волоті	1*	2949,9	3254,1	3499,5
6		2*	2958,8	3264,3	3513,8
7		3*	2983,2	3283,5	3527,6
8	Після цвітіння	1*	2854,3	3191,0	3389,2
9		2*	2854,8	3194,4	3389,2
10		3*	2856,4	3196,5	3392,6

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток Г.3

Фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи залежно від удобрення та підживлення (2020 р.), тис. $м^2$ діб/га

№	Фаза обробки	Добриво	Норма добрив		
			$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
1	Контроль		2588,2	2914,2	3088,2
2	10 листків	1*	2795,8	3043,0	3431,4
3		2*	2830,5	3081,8	3472,3
4		3*	2872,9	3139,7	3529,5
5	Викидання волоті	1*	2663,1	2956,3	3194,5
6		2*	2671,4	2959,4	3207,1
7		3*	2694,9	2977,9	3212,5
8	Після цвітіння	1*	2578,2	2893,1	3087,2
9		2*	2575,2	2893,4	3086,0
10		3*	2576,3	2893,9	3088,6

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток Д.1

Чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи залежно від позакореневих підживлень (2018 р.), г/м^2 за добу

Фон добрив	Фаза Обробки	Варіант підживлення	Фаза розвитку рослин			
			12 листків	Цвітіння	Молочна стиглість	Воскова стиглість
$N_{80}P_{40}K_{60}$	Контроль		4,96	7,67	9,08	5,70
	10 Листків	1*	5,04	8,22	9,45	5,79
		2*	5,03	8,25	9,44	5,80
		3*	5,05	8,32	9,46	5,82
	Викидання Волоті	1*	4,96	7,98	9,24	5,77
		2*	4,98	8,00	9,26	5,79
		3*	4,96	8,23	9,24	5,78
	Після Цвітіння	1*	4,96	7,69	9,07	5,76
		2*	4,96	7,67	9,13	5,76
		3*	4,98	7,67	9,12	5,77
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль		4,99	8,07	9,09	5,75
	10 Листків	1*	5,02	8,60	9,50	6,22
		2*	5,06	8,62	9,56	6,22
		3*	5,11	8,62	9,60	6,23
	Викидання Волоті	1*	4,97	8,51	9,34	5,98
		2*	5,01	8,53	9,36	6,01
		3*	4,99	8,55	9,37	6,01
	Після Цвітіння	1*	4,99	8,07	9,12	5,87
		2*	4,99	8,07	9,13	5,92
		3*	4,99	8,07	9,15	5,92
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль		5,11	8,16	9,66	5,99
	10 Листків	1*	5,14	8,72	9,92	6,29
		2*	5,17	8,73	9,92	6,32
		3*	5,12	8,74	9,98	6,35
	Викидання Волоті	1*	5,10	8,61	9,76	6,17
		2*	5,09	8,66	9,77	6,21
		3*	5,11	8,69	9,79	6,22
	Після Цвітіння	1*	5,09	8,16	9,72	6,11
		2*	5,10	8,16	9,78	6,15
		3*	5,10	8,15	9,80	6,17

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток Д.2

Чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи залежно від позакореневих підживлень (2019 р.), г/м^2 за добу

Фон добрив	Фаза Обробки	Варіант підживлення	Фаза розвитку рослин			
			12 листків	Цвітіння	Молочна стиглість	Воскова стиглість
$N_{80}P_{40}K_{60}$	Контроль		4,92	7,96	9,43	6,37
	10 Листків	1*	4,98	8,55	9,80	6,47
		2*	4,99	8,57	9,80	6,47
		3*	5,01	8,65	9,83	6,49
	Викидання Волоті	1*	4,92	8,28	9,63	6,43
		2*	4,94	8,31	9,61	6,45
		3*	4,92	8,54	9,61	6,46
	Після Цвітіння	1*	4,92	7,98	9,41	6,42
		2*	4,92	7,98	9,49	6,43
		3*	4,94	7,97	9,47	6,45
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль		4,96	8,36	9,44	6,31
	10 Листків	1*	4,97	8,95	9,87	6,82
		2*	5,01	8,97	9,93	6,81
		3*	5,07	8,96	9,96	6,84
	Викидання Волоті	1*	4,95	8,84	9,68	6,56
		2*	4,98	8,85	9,71	6,58
		3*	4,96	8,88	9,74	6,59
	Після Цвітіння	1*	4,96	8,36	9,48	6,42
		2*	4,96	8,36	9,50	6,48
		3*	4,96	8,36	9,50	6,49
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль		5,06	8,47	9,96	6,56
	10 Листків	1*	5,09	9,07	10,20	6,88
		2*	5,12	9,07	10,21	6,92
		3*	5,08	9,09	10,27	6,95
	Викидання Волоті	1*	5,05	8,95	10,04	6,77
		2*	5,04	8,98	10,06	6,80
		3*	5,06	9,04	10,08	6,82
	Після Цвітіння	1*	5,04	8,48	9,99	6,69
		2*	5,05	8,48	10,05	6,73
		3*	5,05	8,47	10,09	6,75

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток Д.3

Чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи залежно від позакореневих підживлень (2020 р.), г/м^2 за добу

Фон добрив	Фаза Обробки	Варіант підживлення	Фаза розвитку рослин			
			12 листків	Цвітіння	Молочна стиглість	Воскова стиглість
$N_{80}P_{40}K_{60}$	Контроль		4,13	7,26	8,31	6,01
	10 Листків	1*	4,18	7,80	8,66	6,10
		2*	4,16	7,83	8,66	6,11
		3*	4,19	7,89	8,68	6,13
	Викидання Волоті	1*	4,13	7,56	8,51	6,07
		2*	4,15	7,58	8,49	6,07
		3*	4,13	7,79	8,48	6,08
	Після Цвітіння	1*	4,13	7,28	8,33	6,05
		2*	4,13	7,26	8,38	6,05
		3*	4,15	7,26	8,37	6,07
$N_{120}P_{60}K_{100}$	Контроль		4,15	7,65	8,35	5,85
	10 Листків	1*	4,16	8,14	8,72	6,32
		2*	4,20	8,18	8,77	6,32
		3*	4,25	8,16	8,81	6,34
	Викидання Волоті	1*	4,13	8,08	8,57	6,08
		2*	4,16	8,09	8,58	6,10
		3*	4,15	8,11	8,62	6,11
	Після Цвітіння	1*	4,15	7,65	8,38	5,97
		2*	4,15	7,65	8,39	6,02
		3*	4,15	7,65	8,40	6,04
$N_{160}P_{80}K_{140}$	Контроль		4,24	7,75	8,73	6,09
	10 Листків	1*	4,25	8,27	8,97	6,38
		2*	4,29	8,27	8,97	6,43
		3*	4,25	8,30	8,99	6,45
	Викидання Волоті	1*	4,24	8,14	8,82	6,28
		2*	4,21	8,21	8,81	6,30
		3*	4,24	8,25	8,83	6,33
	Після Цвітіння	1*	4,21	7,74	8,79	6,20
		2*	4,24	7,72	8,84	6,24
		3*	4,24	7,71	8,86	6,27

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток Е.1

Розвиток гельмінтоспоріозу на рослинах кукурудзи (2018 р.), %

Фази фунгіцидних обробок	12 листків		Цвітіння		Воскова стиглість	
	розвиток	поширення	розвиток	поширення	розвиток	поширення
1. Контроль (без фунгіцидів)	7,5	11,5	15,8	17,5	31,2	34,6
2. 10 листків *(Абакус)*	3,7	6,2	7,8	9,6	14,5	16,1
3. Викидання волоті *(Абакус)*	7,4	7,2	9,6	12,4	14,2	16,3
4. Після цвітіння *(Абакус)*	7,3	11,2	15,8	15,7	16,9	17,5
5. Налив зерна *(Абакус)*	7,4	11,3	15,6	17,3	18,3	19,3
6. 10 листків; викидання волоті *(Абакус; Коронет)*	3,6	6,2	5,1	7,5	7,3	10,1
7. 10 листків; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	3,7	6,2	7,9	9,4	8,4	10,4
8. 10 листків; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	3,7	6,3	7,8	9,6	8,9	10,3
9. Викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	7,4	7,0	9,4	12,6	14,4	13,9
10. Викидання волоті; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	7,3	9,1	9,7	12,8	14,9	16,4
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	3,6	6,2	4,4	7,1	4,7	8,0
12. Викидання волоті; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	7,4	9,2	9,5	12,4	10,7	11,8
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто)*	3,7	6,0	4,2	6,9	4,3	7,5

Додаток Е.2

Розвиток гельмінтоспоріозу на рослинах кукурудзи (2019 р.), %

Фази фунгіцидних обробок	12 листків		Цвітіння		Воскова стиглість	
	розвиток	поширення	розвиток	поширення	розвиток	поширення
1. Контроль (без фунгіцидів)	5,7	9,1	12,6	13,7	24,2	28,0
2. 10 листків *(Абакус)*	2,9	4,6	5,9	7,6	11,2	12,8
3. Викидання волоті *(Абакус)*	5,5	5,4	7,6	9,8	11,3	13,7
4. Після цвітіння *(Абакус)*	5,5	8,9	12,2	12,4	13,2	14,3
5. Налив зерна *(Абакус)*	5,6	8,9	12,3	13,6	14,4	16,8
6. 10 листків; викидання волоті *(Абакус; Коронет)*	2,8	4,7	3,9	5,9	5,8	9,3
7. 10 листків; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	2,8	4,8	6,1	7,4	6,7	9,7
8. 10 листків; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	2,9	4,6	6,1	7,4	7,0	8,1
9. Викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	5,6	5,4	7,5	9,9	11,5	12,3
10. Викидання волоті; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	5,5	7,2	7,6	9,9	11,9	13,8
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	2,8	4,7	3,2	5,4	3,7	6,2
12. Викидання волоті; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	5,5	7,1	7,6	9,8	8,9	9,6
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто)*	2,7	4,6	3,2	5,3	3,3	5,7

Додаток Е.3

Розвиток гельмінтоспоріозу на рослинах кукурудзи (2020 р.), %

Фази фунгіцидних обробок	12 листків		Цвітіння		Воскова стиглість	
	розвиток	поширення	розвиток	поширення	розвиток	поширення
1. Контроль (без фунгіцидів)	8,1	13,3	18,7	20,1	34,3	41,5
2. 10 листків *(Абакус)*	4,2	6,6	9,1	11,3	16,0	19,1
3. Викидання волоті *(Абакус)*	8,1	8,1	11,3	14,4	16,5	18,6
4. Після цвітіння *(Абакус)*	7,9	13,2	18,5	18,1	19,7	20,4
5. Налив зерна *(Абакус)*	7,7	13,4	18,6	20,1	21,3	21,8
6. 10 листків; викидання волоті *(Абакус; Коронет)*	4,1	7,4	5,4	8,5	8,2	7,9
7. 10 листків; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	4,0	7	9,1	11,1	9,8	8,4
8. 10 листків; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	4,2	6,5	8,9	11,2	10,2	12,2
9. Викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	7,7	8,0	11	14,7	16,7	15,2
10. Викидання волоті; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	7,6	10,4	11,2	14,8	17,3	16,0
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	3,8	7,1	4,7	7,9	4,8	9,2
12. Викидання волоті; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	8,1	10,4	11,1	14,7	11,0	13,4
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто)*	3,5	6,8	4,3	7,9	4,4	8,4

Додаток Ж.1

Розвиток іржі на рослинах кукурудзи (2018 р.), %

Фази фунгіцидних обробок	12 листків		Цвітіння		Воскова стиглість	
	розвиток	поширення	розвиток	поширення	розвиток	поширення
1. Контроль (без фунгіцидів)	5,0	8,8	16,3	22,4	22,8	26,1
2. 10 листків *(Абакус)*	1,3	5,1	4,8	7,9	10,1	13,0
3. Викидання волоті *(Абакус)*	5,0	8,7	5,6	9,8	7,9	15,5
4. Після цвітіння *(Абакус)*	4,9	8,7	16,4	22,3	18,2	16,6
5. Налив зерна *(Абакус)*	4,8	8,8	16,2	22,4	18,8	18,5
6. 10 листків; викидання волоті *(Абакус; Коронет)*	1,3	5,0	3,7	5,8	6,3	10,7
7. 10 листків; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	1,4	5,1	4,6	8,1	7,8	11,3
8. 10 листків; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	1,3	5,0	4,9	8,3	7,9	12,1
9. Викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	4,8	8,6	5,7	9,3	7,6	12,0
10. Викидання волоті; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	5,0	8,7	5,5	9,8	7,2	11,4
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	1,4	4,9	2,8	5,7	3,9	9,1
12. Викидання волоті; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	4,9	8,5	5,4	9,6	6,6	10,3
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто)*	1,3	4,7	2,6	5,6	3,4	8,6

Додаток Ж.2

Розвиток іржі на рослинах кукурудзи (2019 р.), %

Фази фунгіцидних обробок	12 листків		Цвітіння		Воскова стиглість	
	розвиток	поширення	розвиток	поширення	розвиток	поширення
1. Контроль (без фунгіцидів)	3,8	6,6	12,2	16,7	17,1	19,5
2. 10 листків *(Абакус)*	0,9	3,8	3,8	5,9	7,4	9,6
3. Викидання волоті *(Абакус)*	3,8	6,4	4,2	7,2	6,0	11,4
4. Після цвітіння *(Абакус)*	3,8	6,5	12,0	16,5	13,5	12,2
5. Налив зерна *(Абакус)*	3,7	6,4	11,9	16,6	14,0	13,6
6. 10 листків; викидання волоті *(Абакус; Коронет)*	0,9	3,8	3,0	4,4	4,7	7,9
7. 10 листків; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	1,0	3,8	3,6	5,9	5,8	8,4
8. 10 листків; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	0,9	3,7	3,7	6,0	5,9	8,8
9. Викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	3,8	6,4	4,3	6,9	5,7	8,9
10. Викидання волоті; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	3,8	6,5	4,2	7,2	5,4	8,3
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	1,2	3,7	2,2	4,3	2,8	6,7
12. Викидання волоті; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	3,7	6,4	4,1	7,1	5,0	7,5
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто)*	0,9	3,6	2,1	4,2	2,5	6,3

Додаток Ж.3

Розвиток іржі на рослинах кукурудзи (2020 р.), %

Фази фунгіцидних обробок	12 листків		Цвітіння		Воскова стиглість	
	розвиток	поширення	розвиток	поширення	розвиток	поширення
1. Контроль (без фунгіцидів)	5,3	9,8	18,9	26,6	27,0	31,2
2. 10 листків *(Абакус)*	1,1	5,5	4,9	8,4	11,0	14,6
3. Викидання волоті *(Абакус)*	5,3	9,5	5,8	10,6	8,3	17,8
4. Після цвітіння *(Абакус)*	5,1	9,7	18,7	26,0	21,1	18,6
5. Налив зерна *(Абакус)*	5,0	9,4	18,7	26,1	22,1	20,7
6. 10 листків; викидання волоті *(Абакус; Коронет)*	1,1	5,3	3,8	6,0	6,7	11,7
7. 10 листків; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	1,2	5,5	5,0	8,5	8,3	12,1
8. 10 листків; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	1,1	5,4	5,2	8,5	8,4	13,0
9. Викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	4,9	9,3	5,9	10,2	8,0	13,6
10. Викидання волоті; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	5,3	9,4	5,9	10,6	7,8	12,7
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	1,0	5,2	2,8	5,9	3,8	9,7
12. Викидання волоті; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	5,2	9,4	5,8	10,3	7,0	11,3
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто)*	1,1	4,9	2,5	6,1	2,8	9,4

Додаток И.1

Розвиток фузаріозу качанів на рослинах кукурудзи (2018 р.), %

Фази фунгіцидних обробок	Розвиток	Поширення
1. Контроль (без фунгіцидів)	8,0	17,2
2. 10 листків *(Абакус)*	4,6	13,9
3. Викидання волоті *(Абакус)*	3,0	10,9
4. Після цвітіння *(Абакус)*	3,8	10,2
5. Налив зерна *(Абакус)*	4,0	10,2
6. 10 листків; викидання волоті *(Абакус; Коронет)*	2,0	4,5
7. 10 листків; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	2,9	4,8
8. 10 листків; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	3,0	4,8
9. Викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	1,7	4,6
10. Викидання волоті; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	1,9	4,4
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	1,2	3,8
12. Викидання волоті; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	1,2	3,4
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто)*	1,1	3,3

Додаток И.2

Розвиток фузаріозу качанів на рослинах кукурудзи (2019 р.), %

Фази фунгіцидних обробок	Розвиток	Поширення
1. Контроль (без фунгіцидів)	9,3	20,2
2. 10 листків *(Абакус)*	5,4	16,2
3. Викидання волоті *(Абакус)*	3,4	12,8
4. Після цвітіння *(Абакус)*	4,6	12,1
5. Налив зерна *(Абакус)*	4,7	11,9
6. 10 листків; викидання волоті *(Абакус; Коронет)*	2,3	5,3
7. 10 листків; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	3,3	5,5
8. 10 листків; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	3,4	5,7
9. Викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	2,2	5,4
10. Викидання волоті; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	2,1	5,2
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	1,3	4,6
12. Викидання волоті; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	1,4	4,1
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто)*	1,2	3,8

Додаток И.3

Розвиток фузаріозу качанів на рослинах кукурудзи (2020 р.), %

Фази фунгіцидних обробок	Розвиток	Поширення
1. Контроль (без фунгіцидів)	5,5	11,8
2. 10 листків *(Абакус)*	3,2	9,5
3. Викидання волоті *(Абакус)*	2,0	7,5
4. Після цвітіння *(Абакус)*	2,7	7,1
5. Налив зерна *(Абакус)*	2,7	7,0
6. 10 листків; викидання волоті *(Абакус; Коронет)*	1,4	3,1
7. 10 листків; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	1,9	3,2
8. 10 листків; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	2,0	3,3
9. Викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	1,2	3,2
10. Викидання волоті; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	1,1	3,0
11. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	1,1	2,7
12. Викидання волоті; після цвітіння; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія)*	1,0	2,4
13. 10 листків; викидання волоті; після цвітіння; налив зерна *(Абакус; Коронет; Кустодія; Аканто)*	1,0	2,2

Додаток К.1

Якісні характеристики зерна кукурудзи (2018 р.), %

Фаза обробки	Підживлення	$N_{80}P_{40}K_{60}$			$N_{120}P_{60}K_{100}$			$N_{160}P_{80}K_{140}$		
		протеїн	крохмаль	жир	протеїн	крохмаль	жир	протеїн	крохмаль	жир
Контроль (без підживлення)		9,21	74,94	4,33	9,66	73,75	4,14	9,95	73,69	3,86
10 листків	1*	10,04	74,25	4,3	10,35	73,34	4,09	10,64	72,99	3,85
	2*	10,19	74,16	4,29	10,48	73,14	4,03	10,84	73,39	3,84
	3*	10,37	74,09	4,21	10,55	73,06	3,99	10,90	73,30	3,83
Викидання волоті	1*	10,62	74,01	4,18	10,86	72,53	3,91	11,01	72,76	3,81
	2*	10,65	73,92	4,13	10,91	72,49	3,87	11,14	72,71	3,80
	3*	10,74	73,88	4,11	11,01	72,47	3,84	11,21	72,52	3,79
Після цвітіння	1*	10,41	74,21	4,19	10,45	73,01	3,96	10,96	72,82	3,79
	2*	10,47	74,17	4,16	10,79	72,96	3,93	11,04	72,78	3,76
	3*	10,53	74,00	4,12	10,82	71,93	3,88	11,17	72,74	3,73

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток К.2

Якісні характеристики зерна кукурудзи (2019 р.), %

Фаза обробки	Підживлення	$N_{80}P_{40}K_{60}$			$N_{120}P_{60}K_{100}$			$N_{160}P_{80}K_{140}$		
		протеїн	крохмаль	жир	протеїн	крохмаль	жир	протеїн	крохмаль	жир
Контроль (без підживлення)		8,85	71,97	4,41	9,27	70,83	4,24	9,55	70,77	3,97
10 листків	1*	9,64	71,30	4,40	9,94	70,43	4,17	10,21	70,10	3,96
	2*	9,79	71,23	4,39	10,07	70,25	4,16	10,41	70,48	3,95
	3*	9,96	71,16	4,38	10,14	70,17	4,16	10,47	70,39	3,94
Викидання волоті	1*	10,19	71,08	4,38	10,43	69,66	4,14	10,57	69,88	3,92
	2*	10,22	70,99	4,37	10,48	69,62	4,13	10,70	69,83	3,91
	3*	10,31	70,96	4,37	10,57	69,60	4,11	10,77	69,65	3,90
Після цвітіння	1*	10,00	71,28	4,38	10,04	70,12	4,12	10,52	69,94	3,90
	2*	10,06	71,24	4,37	10,36	70,07	4,11	10,60	69,90	3,87
	3*	10,12	71,07	4,32	10,39	69,08	4,10	10,73	69,86	3,84

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток К.3

Якісні характеристики зерна кукурудзи (2020 р.), %

Фаза обробки	Підживлення	$N_{80}P_{40}K_{60}$			$N_{120}P_{60}K_{100}$			$N_{160}P_{80}K_{140}$		
		протеїн	крохмаль	жир	протеїн	крохмаль	жир	протеїн	крохмаль	жир
Контроль (без підживлення)		9,30	75,68	4,22	9,75	74,48	4,10	10,05	74,42	3,84
10 листків	1*	10,14	74,98	4,23	10,46	74,06	4,01	10,74	73,72	3,83
	2*	10,29	74,90	4,22	10,59	73,87	4,05	10,94	74,11	3,82
	3*	10,48	74,83	4,28	10,66	73,79	4,09	11,01	74,02	3,81
Викидання волоті	1*	10,72	74,75	4,31	10,97	73,25	4,13	11,12	73,48	3,79
	2*	10,75	74,65	4,34	11,02	73,21	4,15	11,25	73,43	3,78
	3*	10,84	74,61	4,36	11,12	73,19	4,14	11,32	73,24	3,77
Після цвітіння	1*	10,52	74,95	4,30	10,56	73,74	4,04	11,07	73,54	3,77
	2*	10,58	74,91	4,31	10,89	73,68	4,05	11,15	73,50	3,74
	3*	10,64	74,74	4,28	10,92	72,64	4,08	11,28	73,46	3,71

Примітка: 1* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost; 2* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5%; 3* - підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Додаток Л.1

Маса 1000 зерен кукурудзи залежно від удобрення (2018 р.), г

Фаза обробки	Підживлення	Норма добрив		
		$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
Контроль (без підживлення)		275,2	290,1	306,9
10 листків	Мікродобрива	281,2	299,0	319,8
	Мікродобрива + карбамід	283,1	301,0	323,7
	Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	286,1	302,0	325,7
Викидання волоті	Мікродобрива	288,1	303,9	321,8
	Мікродобрива + карбамід	291,1	304,9	324,7
	Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	294,0	307,9	326,7
Після цвітіння	Мікродобрива	293,0	308,9	333,6
	Мікродобрива + карбамід	296,0	312,8	339,6
	Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	299,0	315,8	342,5

Примітка: Мікродобрива - Рексолін АВС + Maize boost.

Додаток Л.2

Маса 1000 зерен кукурудзи залежно від удобрення (2019 р.), г

Фаза обробки	Підживлення	Норма добрив		
		$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
Контроль (без підживлення)		300,2	316,4	334,8
10 листків	Мікродобрива	306,7	326,2	348,8
	Мікродобрива + карбамід	308,9	328,3	353,2
	Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	312,1	329,4	355,3
Викидання волоті	Мікродобрива	314,3	331,6	351,0
	Мікродобрива + карбамід	317,5	332,6	354,2
	Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	320,8	335,9	356,4
Після цвітіння	Мікродобрива	319,7	337,0	364,0
	Мікродобрива + карбамід	322,9	341,3	370,4
	Мікродобрива + карбамід +$MgSO_4$	326,2	344,5	373,7

Примітка: Мікродобрива - Рексолін АВС + Maize boost.

Додаток Л.3

Маса 1000 зерен кукурудзи залежно від удобрення (2020 р.), г

Фаза обробки	Підживлення	Маса 1000 зерен, г		
		$N_{80}P_{40}K_{60}$	$N_{120}P_{60}K_{100}$	$N_{160}P_{80}K_{140}$
Контроль (без підживлення)		258,5	272,5	288,3
10 листків	Мікродобрива	264,1	280,9	300,4
	Мікродобрива + карбамід	266,0	282,7	304,1
	Мікродобрива + карбамід + $MgSO_4$	268,8	283,7	306,0
Викидання волоті	Мікродобрива	270,6	285,5	302,3
	Мікродобрива + карбамід	273,4	286,4	305,0
	Мікродобрива + карбамід + $MgSO_4$	276,2	289,2	306,9
Після цвітіння	Мікродобрива	275,3	290,2	313,4
	Мікродобрива + карбамід	278,1	293,9	319,0
	Мікродобрива + карбамід + $MgSO_4$	280,9	296,7	321,8

Примітка: Мікродобрива - Рексолін АВС + Maize boost.

Додаток М.1

Аналіз мікотоксинів в зерні кукурудзи (2018 р.), мкг/кг

Варіант \ Токсин	Фумо-нізин B_1	Т-2 токсин	Зеара-ленон	ДОН
1. Контроль	0,0744	0,0408	0,3913	0,0936
2. 10 листків *(Абакус)*	0,0727	0,0357	0,3809	0,0924
3. Викидання волоті *(Абакус)*	0,0687	0,0332	0,3820	0,0912
4. Після цвітіння *(Абакус)*	0,0658	0,0272	0,3705	0,0840
5. Налив зерна *(Абакус)*	0,0685	0,0264	0,3702	0,0852
6. 10 листків; викидання волоті *(Абакус; Коронет)*	0,0588	0,0238	0,3302	0,0803
7. 10 листків ; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	0,0620	0,0204	0,3405	0,0816
8. 10 листків ; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	0,0560	0,0213	0,3158	0,0804
9. Викидання волоті ; після цвітіння *(Абакус ; Коронет)*	0,0513	0,0204	0,3068	0,0621
10. Викидання волоті ; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	0,0518	0,0179	0,3081	0,0744
11. 10 листків ; викидання волоті ; після цвітіння *(Абакус; Коронет;Кустодія)*	0,0506	0,0170	0,2248	0,0620
12. Викидання волоті ; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус ; Коронет ; Кустодія)*	0,0476	0,0162	0,2184	0,0588
13. 10 листків ; викидання волоті ; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус;Коронет ;Кустодія;Аканто)*	0,0379	0,0128	0,182	0,0564
Граничні межі	не норм.	<0,2	<2	<1

Додаток М.2

Аналіз мікотоксинів в зерні кукурудзи (2019 р.), мкг/кг

Варіант \ Токсин	Фумонізин B_1	Т-2 токсин	Зеараленон	ДОН
1. Контроль	0,0318	0,0307	0,2107	0,0624
2. 10 листків *(Абакус)*	0,0312	0,0269	0,2051	0,0616
3. Викидання волоті *(Абакус)*	0,0294	0,0250	0,2058	0,0600
4. Після цвітіння *(Абакус)*	0,0282	0,0205	0,1995	0,0560
5. Налив зерна *(Абакус)*	0,0288	0,0198	0,1995	0,0568
6. 10 листків ; викидання волоті *(Абакус ;Коронет)*	0,0252	0,0179	0,1778	0,0536
7. 10 листків ; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	0,0264	0,0154	0,1834	0,0544
8. 10 листків ; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	0,0240	0,0160	0,1701	0,0536
9. Викидання волоті ; після цвітіння *(Абакус ; Коронет)*	0,0222	0,0154	0,1652	0,0416
10. Викидання волоті ; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	0,0222	0,0134	0,1659	0,0496
11. 10 листків ; викидання волоті ; після цвітіння *(Абакус; Коронет;Кустодія)*	0,0216	0,0128	0,1211	0,0416
12. Викидання волоті ; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус ; Коронет ; Кустодія)*	0,0204	0,0122	0,1176	0,0392
13. 10 листків ; викидання волоті ; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус;Коронет ;Кустодія;Аканто)*	0,0162	0,0096	0,0980	0,0376
Граничні межі	не норм.	<0,2	<2	<1

Додаток М.3

Аналіз мікотоксинів в зерні кукурудзи (2020 р.), мкг/кг

Варіант \ Токсин	Фумонізин B_1	Т-2 токсин	Зеараленон	ДОН
1. Контроль	0,1482	0,0725	0,8428	0,2184
2. 10 листків *(Абакус)*	0,1457	0,0634	0,8204	0,2156
3. Викидання волоті *(Абакус)*	0,1371	0,0589	0,8234	0,2088
4. Після цвітіння *(Абакус)*	0,1316	0,0483	0,7980	0,1960
5. Налив зерна *(Абакус)*	0,1331	0,0468	0,7983	0,1988
6. 10 листків ; викидання волоті *(Абакус ;Коронет)*	0,1176	0,0423	0,7112	0,1877
7. 10 листків ; після цвітіння *(Абакус; Коронет)*	0,1228	0,0362	0,7337	0,1904
8. 10 листків ; налив зерна *(Абакус; Коронет)*	0,112	0,0378	0,6805	0,1876
9. Викидання волоті ; після цвітіння *(Абакус ; Коронет)*	0,1041	0,0362	0,6608	0,1459
10. Викидання волоті ; налив зерна *(Абакус ; Коронет)*	0,1036	0,0317	0,6636	0,1736
11. 10 листків ; викидання волоті ; після цвітіння *(Абакус; Коронет;Кустодія)*	0,1006	0,0302	0,4845	0,146
12. Викидання волоті ; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус ; Коронет ; Кустодія)*	0,0952	0,0287	0,4704	0,1372
13. 10 листків ; викидання волоті ; після цвітіння ; налив зерна *(Абакус;Коронет ;Кустодія;Аканто)*	0,0755	0,0227	0,3920	0,1316
Граничні межі	не норм.	<0,2	<2	<1

Додаток Н

Технологічна карта вирощування кукурудзи $N_{160}P_{80}K_{140}$ підживлення в 10 листків мікродобривами, карбамідом та сульфатом магнію (ціни станом на грудень 2020 р.).

Види робіт	Склад агрегату	Оплата праці, грн/га	Вартість матеріальних ресурсів		Амортизаційні та непередбачувані витрати, грн	Всього витрат, грн
			паливо	препарат		
1	2	3	4	5	6	7
Оренда землі	-	-	-	7000	-	7000
Лущення стерні	МТЗ-80 + БДТ 3,0	30	10 л × 30 грн/л = 300 грн	–	200	530
Внесення мінеральних добрив	МТЗ-80 + РУМ - 500	20	4 л × 30 грн/л = 120 грн	$P_{40}K_{60}$ - Амофос: 77 кг × 17,8 = 1371 хлористий калій: 100 кг × 12 = 120 грн	150	*1781*
				$P_{60}K_{100}$ - Амофос: 115 кг × 17,8 = 2047 грн хлористий калій – 167 кг × 10 = 1670 грн		*4007*
				$P_{80}K_{140}$ – Амофос: 154 кг × 17,8 грн = 2741 грн хлористий калій: 233 кг × 10 грн = 2330 грн		5361
Оранка	МТЗ-80 + ПЛН - 3,35	50	21 л × 30 грн/л = 630 грн	–	200	880
Всього за осінній цикл робіт		**100**	**1050**	**12071**	**550**	**13771**

Продовж. дод. Н

1	2	3	4	5	6	7
Боронування	МТЗ-80 + ПС-10 + БЗТ-1	15	6 л × 30 грн/л = 180 грн	–	150	345
Культивація	МТЗ-80 + КРН- 4,2	20	7 л × 30 грн/л = 210 грн	–	230	460
Внесення мінеральних добрив	МТЗ-80 + РУМ - 500	20	4 л × 30 грн/л = 120 грн	N_{80} - карбамід: 87 кг × 7,80 грн = 679 грн Аміачна селітра – 116 кг × 10,20 = 1183 грн	150	*2152*
				N_{120} – карбамід: 130 кг × 7,80 грн = 1014 грн Аміачна селітра: 174 кг × 10,20 грн = 1775 грн		*3079*
				N_{160} – карбамід: 174 × 7,80 грн = 1357 грн; Аміачна селітра: 232 кг × 10,20 = 2366 грн		4013
Передпосівна культивація	МТЗ-80 + КРН – 4.2	20	7 л × 30 грн/л = 210 грн	–	230	460
Сівба	МТЗ-80 + Моносем 3,6	30	5 л × 30 грн/л = 150 грн	Насіння: 2750 грн.	250	3180
Внесення ґрунтового гербіциду	МТЗ-80 + ОП-2000	15	2,7 л × 30 грн/л = 81 грн	Примекстра ТЗ Голд: 4,0 л/га × 220 грн = 880 грн	150	1126
Всього за період підготовка ґрунту-сівба		**120**	**951**	**7353**	**1160**	**9584**
Внесення гербіциду	МТЗ-80 + ОП-2000	15	2,7 л × 30 грн/л = 81 грн	Майстер: 0,15 кг × 4537,5 = 681	150	927
Проведення позакореневого підживлення у фази 10 листків, викидання волоті та після цвітіння залежно від варіанту	МТЗ-80 + ОП-2000; Джон Дір М 4040	15	2,7 л × 30 грн/л = 81 грн	Рексолін АВС : 0,2 кг/га × 375,2 = 75 грн Maize boost: 2 л/га × 196 л = 392 грн.	150	713
				Карбамід 5 кг × 7,80 грн = 39 грн		39
				Сульфат магнію 5 кг × 10,5 грн = 52 грн		52
Внесення інсектициду	Джон Дір М 4040	15	2,7 л × 30 грн/л = 81 грн	Рімон Фаст: 0,5 л/га × 962,5 грн = 481 грн	150	727

Продовж. дод. Н

1	2	3	4	5	6	7
Внесення фунгіциду у фази 10 листків, викидання волоті та після цвітіння залежно від варіанту	МТЗ-80 + ОП-2000; Джон Дір М 4040	15	2,7 л × 30 грн/л = 81 грн	Абакус: 1,5 л/га × 385 грн = 577 грн	150	*823*
				Коронет: (0,7 л/га × 620,4 грн) = 434 грн Абакус + Коронет = 1012 грн		*1258*
				Кустодія: 0,9 л/га × 550,0 = 495 л/га Абакус + Коронет + Кустодія = 1507 грн		*1753*
				Аканто: 1,0 × 792 грн = 792 грн. Абакус + Коронет + Кустодія + Аканто = 2299 грн		*2545*
Внесення десикантів	Джон Дір М 4040	15	2,7 л × 30 грн/л = 81 грн	Раундап Макс: 2,4 л/га × 192,5 грн = 462 грн	150	*708*
				Раундап Макс: 3,2 л/га × 192,5 = 616 грн		*862*
				Реглон: 2,0 л/га × 220 = 440 грн		*686*
				Реглон 3,0 л/га × 220 = 660 грн		*906*
Всього за період догляду за посівами		**45**	**243**	**1720**	**450**	**2458**
Збирання врожаю	Lexion 470	120	18 л × 30 грн/л = 540 грн	–	250	910
Транспортування зерна	КАМАЗ	30	10 л × 30 грн/л = 300 грн	–	150	480
Сушіння зерна	Д-25 ЕКО		1 т/% = 50 грн	8606	-	8606
Всього за період збирання врожаю		**150**	**840**	**8606**	**400**	**9996**
Всього: технологія вирощування		**415**	**3084**	**22750**	**2560**	**35809**

Додаток П

Енергетична оцінка технології вирощування кукурудзи в умовах західного Лісостепу
(за методикою О. К. Медведовського, П. І. Іваненка)

Види робіт		Якісні та обємні показники	Склад агрегату		Енергоємність, ккал					
			Трактори, комбайни, автомобілі	Сільськогоспода–рських машин	Тракторів, автомобілів	Сільскогоспода - рські машини	Палива, електроенергії	Добриива, насіння	Засобів захисту рослин	Разом
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лущення стерні		1 га	МТЗ-80	БДТ - 3,0	18340	13757	114000	-	-	146097
Внесення мінеральних добрив	$P_{40}K_{60}$	77 + 100	МТЗ-80	РУМ – 500	18340	34423	45600	239310	-	337673
	$P_{60}K_{100}$	115+167	МТЗ-80	РУМ – 500	18340	34423	45600	378788	-	477151
	$P_{80}K_{140}$	154+233	МТЗ-80	РУМ - 500	18340	34423	45600	518266	-	616629
Оранка		1 га	МТЗ-80	ПЛН - 3,35	18340	4488	239400	-	-	262228
Боронування		1 га	МТЗ-80	ПС-10+БЗТ-1	18340	1023	68400	-	-	87763
Культивація		1 га	МТЗ-80	КРН - 4,2	18340	10609	79800	-	-	108749
Внесення мінеральних добрив	N_{80}	87+116	МТЗ-80	РУМ – 500	18340	34423	45600	1658464	-	1756827
	N_{120}	130+174	МТЗ-80	РУМ – 500	18340	34423	45600	2487696	-	2586059
	N_{160}	174+232	МТЗ-80	РУМ - 500	18340	34423	45600	3316928	-	3415291
Передпосівна культивація		1 га	МТЗ-80	КРН – 4,2	18340	10609	79800	-	-	108749
Сівба		1 га	МТЗ-80	Моносем 3,6	18340	38066	57000	162675	-	276081

Продовж. дод. П

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Внесення ґрунтового гербіциду		1 га	МТЗ-80	ОП-2000	18340	89895	30780	-	400860	539875
Внесення гербіциду		1 га	МТЗ-80	ОП-2000	18340	89895	30780	-	13030	152045
Проведення позакореневого підживлення	1*	1 га	МТЗ-80	ОП-2000	18340	89895	30780	27060	-	166075
	2*	1 га	Джон Дір М 4040		18340	89895	30780	130714	-	269729
	3*	1 га	Джон Дір М 4040		18340	89895	30780	192214	-	331229
Внесення інсектициду		1 га	Джон Дір М 4040		18340	89895	30780	-	50108	189122
Внесення фунгіциду	А*	1 га	МТЗ-80	ОП-2000	18340	89895	30780	-	97659	236674
	Б*	1 га	Джон Дір М 4040		18340	89895	30780	-	123702	262717
	В*	1 га	Джон Дір М 4040		18340	89895	30780	-	182298	321313
	Г*	1 га	Джон Дір М 4040		18340	89895	30780	-	247404	386419
Внесення десикантів	Д*	1 га	Джон Дір М 4040		18340	89895	30780	-	240516	379531
	Е*	1 га	Джон Дір М 4040		18340	89895	30780	-	320688	459703
	Є*	1 га	Джон Дір М 4040		18340	89895	30780	-	200430	339445
	Ж*	1 га	Джон Дір М 4040		18340	89895	30780	-	300645	439660
Збирання врожаю		1 га	Lexion 470	-	36151	-	205200	-	-	241351
Транспортування зерна		13,24	КамАЗ	-	24180	-	114000	-	-	138180
Сушіння		13,24	Д-25 ЕКО	-	35348	-	6153	-	-	41501
Разом		-	-	-	297416	506980	1178073	4190083	463997	**6636549**

Примітка: 1* - підживлення мікродобривами (Рексолін ABC + Maize boost)$ 2* - підживлення мікродобривами + карбамід 5%; 3* - підживлення мікродобривами + карбамід 5% + сульфат магнію 5%; А* - Абакус 1,5 л/га; Б* - Коронет 0,4 л/га; В* - Кустодія 0,9 л/га; Г* - Аканто 1,0 л/га; Д* - Раундап Макс 2,4 л/га; Е* - Раундап Макс 3,2 л/га; Є* - Реглон Супер 2,0 л/га; Ж* - Реглон Супер 3,0 л/га.

Додаток Р.1

ТОВ «СИТНИЙ ДВІР 2004»

32450, Хмельницька область, Дунаєвецький район, с.Воробіївка, вул Молодіжна, 43
тел.(03858) 36-0-00, код ЄДРПОУ 40429022, р/р 26005573659, Банк АТ «РАФФАЙЗЕН БАНК АВАЛЬ»
Дунаєвецьке відділення, МФО 300023, № платника податку 404290222072

Акт

впровадження завершеної наукової розробки

«Удосконалення системи удобрення кукурудзи»

Даним актом підтверджуємо, що у 2019 році в господарстві ТОВ «Ситний двір» Дунаєвецького району Хмельницької області на площі 80 га впроваджувалась науково-технічна розробка «Удосконалення системи удобрення кукурудзи».

Умови впровадження НТР: Лісостеп західний, грунт сірий опідзолений, вміст гумусу 3,8 %.

Суть впровадження НТР: досліджували вплив позакореневих підживлень в фазу 10 листків у таких варіантах: 1) Рексолін АВС 0,2 кг/га + Maize boost 2,0 л/га; 2) Рексолін АВС 0,2 кг/га + Maize boost 2,0 л/га + карбамід 5%; 3) Рексолін АВС 0,2 кг/га + Maize boost 2,0 л/га + карбамід 5% + сульфат магнію 5% за удобрення $N_{120}P_{60}K_{100}$.

Результати впровадження: найвища врожайність кукурудзи одержана за комплексного підживлення рослин кукурудзи: Рексолін АВС 0,2 кг/га + Maize boost 2,0 л/га + карбамід 5% + сірчанокислий магній 5%. Приріст від проведення підживлень становив 1,05 т/га. Чистий прибуток збільшився на 4410 грн/га.

Директор

УКРАЇНА Хмельницька обл. Дунаєвецький р-н. ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "СИТНИЙ ДВІР 2004" 40429022

Глуховатий В. І.

Додаток Р.2

ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«ГВМ-АГРО»
Код ЄДРПОУ 38171525

32140,Україна,с.Іванівка,Ярмолинецький р-ну,вул.Шевченка,62,т.(0382)63-75-98

Акт

впровадження завершеної наукової розробки

«Застосування фунгіцидів у технології вирощування кукурудзи»

Даним актом підтверджуємо, що у 2020 році в господарстві ПП «ГВМ-Агро» Ярмолинецького району Хмельницької області на площі 60 га впроваджувалась науково-технічна розробка «Застосування фунгіцидів у технології вирощування кукурудзи».

Умови впровадження НТР: Лісостеп західний, ґрунт сірий опідзолений, вміст гумусу 2,4 %.

Суть впровадження НТР: досліджували 12 варіантів застосування фунгіцидів при вирощуванні кукурудзи у наступні фази : 1) 10 листків (Абакус 1,5 л/га); 2) викидання волоті (Абакус 1,5 л/га); 3) після цвітіння (Абакус 1,5 л/га); 4) налив зерна (Абакус 1,5 л/га); 5) 10 листків + викидання волоті (Абакус 1,5 л/га + Коронет 0,7 л/га); 6) 10 листків + після цвітіння (Абакус 1,5 л/га + Коронет 0,7 л/га); 7) 10 листків + налив зерна (Абакус 1,5 л/га + Коронет 0,7 л/га); 8) викидання волоті + після цвітіння (Абакус 1,5 л/га + Коронет 0,7 л/га); 9) викидання волоті + налив зерна (Абакус 1,5 л/га + Коронет 0,7 л/га); 10) 10 листків + викидання волоті + після цвітіння (Абакус 1,5 л/га + Коронет 0,7 л/га + Кустодія 0,9 л/га); 11) викидання волоті + після цвітіння + налив зерна (Абакус 1,5 л/га + Коронет 0,7 л/га + Кустодія 0,9 л/га); 12) 10 листків + викидання волоті + після цвітіння + налив зерна (Абакус 1,5 л/га + Коронет 0,7 л/га + Кустодія 0,9 л/га + Аканто 1,0 л/га) за удобрення $N_{160}P_{120}K_{120}$.

Результати впровадження: найвищу врожайність одержали у варіанті чотириразового застосування препаратів: 10 листків + викидання волоті + після цвітіння + налив зерна (Абакус 1,5 л/га + Коронет 0,7 л/га + Кустодія 0,9 л/га + Аканто 1,0 л/га) – 11,6 т/га. Внаслідок застосування фунгіцидів чистий прибуток зріс на 14250 грн/га.

Директор Габай В. М.

Додаток Р.3

ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО «ЖИТНИЦЯ-Т»

32408, Хмельницька область, Дунаєвецький район, с. Зеленче
Код ЄДРПОУ 37328844 Тел. 067-670-73-36

Акт

впровадження завершеної наукової розробки

«Застосування десикантів у технології вирощування кукурудзи»

Даним актом підтверджуємо, що у 2019 році в господарстві «Житниця-Т» Дунаєвецького району Хмельницької області на площі 50 га впроваджувалась науково-технічна розробка «Застосування десикантів у технології вирощування кукурудзи».

Умови впровадження НТР: Лісостеп західний, ґрунт сірий опідзолений, вміст гумусу 4,0 %.

Суть впровадження НТР: досліджували чотири варіанти застосування десикантів: 1) Раундап Макс 2,4 л/га; 2) Раундап Макс 3,2 л/га; 3) Реглон 2,0 л/га; 4) Реглон 3,0 л/га у фазі чорної точки.

Результати впровадження: Застосування десикантів сприяло зниженню збиральної вологості зерна кукурудзи на 7,3 – 8,5 %. Найбільше зниження вологості отримали у варіантах застосування Раундап Макс 3,2 л/га та Реглон 3,0 л/га вологість зерна становила 20,5 та 20,7 %. Економічний ефект становив 2568 – 3152 грн/га.

Голова ФГ Тимофіїв О. А.

Україна * Хмельницька область Дунаєвецький район с. Зеленче * фермерське господарство "ЖИТНИЦЯ-Т" Ідентифікаційний код 37328844

Додаток Р.4

Фермерське господарство
"ДДЛ ДЕМЕТРА"

32382, Хмельницька обл., Кам'янець-Подільський р-н., с. Рункошів,
вул. Молодіжна, буд, 52
Код ЄДРПОУ 41996319, ІПН 419963122096
р/р UA383154050000026005052316285 в АТ КБ ПРИВАТБАНК

Акт
впровадження завершеної наукової розробки
«Застосування позакореневого підживлення у технології вирощування кукурудзи»

Даним актом підтверджуємо, що у 2020 році в господарстві ДДЛ «Деметра» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області на площі 65 га впроваджувалась науково-технічна розробка «Застосування позакореневого підживлення у технології вирощування кукурудзи».

Умови впровадження НТР: Лісостеп західний, чорнозем типовий, вміст гумусу 3,1 %.

Суть впровадження НТР: досліджували три строки проведення позакореневого підживлення – 10 листків, викидання волоті та після цвітіння у трьох комбінаціях: 1) Рексолін АВС 0,2 кг/га + Maize boost 2,0 л/га; 2) Рексолін АВС 0,2 кг/га + Maize boost 2,0 л/га + карбамід 5%; 3) Рексолін АВС 0,2 кг/га + Maize boost 2,0 л/га + карбамід 5% + сульфат магнію 5%.

Результати впровадження: найбільший вплив на врожайність мало позакореневе підживлення Рексолін АВС + Maize boost + карбамід 5% + сульфат магнію 5% у фазі 10 листків, де приріст становив 0,8-1,1 т/га. Економічний ефект складав 5696 – 8196 грн/га.

Директор Крижанівський Б. П.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових виданнях, включених до переліку фахових видань України:

1. Шинкарук Л. М. Вплив удобрення кукурудзи на біометричні показники та елементи структури урожаю кукурудзи в умовах західного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Вип. 96, ч. 1. 2020. С. 443–456. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-96-1-443-456

2. Шинкарук Л. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи. *Вісник Львівського національного аграрного університету.* Серія: агрономія. 2021. № 25. С. 162–166. DOI : https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.162

3. Шинкарук Л. Технічна ефективність застосування фунгіцидів за вирощування кукурудзи. *Карантин і захист рослин.* 2022. № 1 (268). С. 17–20. DOI : https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.1.17-20

4. **Shynkaruk L.,** Lykhochvor V. Influence of fertilization and foliar feeding on maize grain qualitative indicators. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11. No. 6. P. 113–116. DOI: 10.15421/2021_232 (*планування та проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 50 %).*

Стаття включена до наукових періодичних виданнях, які індексуються в наукометричних базах Scopus та/або Web of Science

5. **Shynkaruk L.,** Lykhochvor V. Effect of Desiccant Application on Pre-Harvest Humidity of Medium-Early Hybrid LG 3258 Corn in Western Forest-Steppe Conditions. 2021. *Scientific horizons.* № 24 (12). P. 32—38. DOI: 10.48077/scihor.24(12).2021.32-38 (*планування та проведення досліджень, аналіз і узагальнення результатів, написання статті, частка участі – 50 %).*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Шинкарук Л. М. Вплив застосування фунгіцидів на розвиток фузаріозу качанів кукурудзи. *Інноваційні технології в рослинництві :* матеріали IV

Всеукраїнської наукової інтернет-конференції (м. Кам’янець-Подільський, 10 травня 2021 р.). Кам’янець-Подільський, 2021. С. 165–167.

7. Лихочвор В. В., **Шинкарук Л. М.** Фотосинтетичні показники рослин кукурудзи залежно від елементів удобрення. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти :* зб. тез IV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, квітень 2021 р.). Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. С. 95–97 (*авторство 50 %, отримано експериментальні дані, проведено аналіз результатів, написання тез*).

8. Шинкарук Л. Десиканти як елемент технології вирощування кукурудзи. *Актуальні тенденції розвитку науки та освіти* : зб. тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 14 жовтня 2021 р.). Полтава : ЦФЕНД, 2021. С. 69–70.

9. Шинкарук Л. М. Вплив позакореневого підживлення на висоту рослин кукурудзи. *Проблеми та перспективи розвитку науки, освіти і технологій* : зб. тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції: у 2 ч. (м. Полтава, 27 січня 2022 р.). Полтава : ЦФЕНД, 2022. Ч. 2. С. 46–48.