

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та
землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Рибак Інна Станіславівна

УДК: 631.81:631.559:633.15

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ТА СПОСОБІВ ДОГЛЯДУ ЗА
ПОСІВАМИ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ТОВ «АГРОЛАН «ПОДІЛЛЯ»»
КОЗЯТИНСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ **І. С. Рибак**

Керівник роботи: **Трембіцька Оксана Іванівна**, канд. с.-г. наук, доцент

Житомир – 2024

ЗМІСТ

А

Б

В

Г

Д

Ж

З.1.....

З.1.1. Агроекологічна ефективність вирощування кукурудзи.....20.

З.1.2...Вплив...технологій...вирощування...та...способів...догляду...кукурудзи...на

Економічну ефективність29

В

И

ВИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ Ошибка! Закладка не определена.

М

О

Р

С

Т

У.....

Ф

Ц

Ч

Ш

Щ

Ъ

Ы

Э

Ю

Я

АНОТАЦІЯ

Рибак І. С. **Вплив технологій вирощування та способів догляду за посівами кукурудзи в умовах ТОВ «Агролан «Поділля»» Козятинського району Вінницької області.** – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 «Агрономія» (20 – Аграрні науки та продовольство). – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота містить 32 сторінок комп'ютерного тексту, яка містить 10 рисунків і 5 таблиці. Складається з 3 розділів, з вступу, висновків та рекомендацій виробництву. 40 джерел список використаної літератури.

За результатами наших досліджень, які були проведені протягом 2021-2023 рр., спостерігаючи за продуктивністю кукурудзи на зерно можемо зробити наступні висновки: у фітоценозах кукурудзи домінували отакі види бур'янів, як берізка польова, молочай верболистий, осот жовтий, лобода біла та мишій сизий; найбільша висота була зафіксована за традиційної технології вирощування на стадії воскової стиглості і становила 312,9 см; найбільшу врожайність зерна кукурудзи було досягнуто за загальноприйнятою технологією вирощування, яка становила 7,14 т/га; найбільший вміст крохмалю в зерні, а саме 70,8% та вміст білку в зерні, а саме 11,5 % був за загальноприйнятого обробітку ґрунту; економічна ефективність найкращою є загальноприйнята технологія, де було отримано найбільший умовно-чистий прибуток – 27120 грн/га та окупність становила 0,90 грн. га 1 грн. затрат.

В результаті проведених досліджень ми можемо зробити наступну рекомендацію: для отримання високих врожаїв і більш ефективного захисту рослин кукурудзи від бур'янів необхідне оптимальне поєднання хімічних і механічних методів догляду (в нашому випадку – традиційну технологію).

Ключові слова: кукурудза, передпосівна культивування, чизелювання, обробіток ґрунту, гербіциди.

ABSTRACT

Rybak I. S. **Influence of cultivation technologies and methods of care for corn crops in the conditions of LLC “Agrolan ‘Podillya’, Kozyatyn district, Vinnytsia region.**

Qualification work for the master's degree in specialty 201 “Agronomy” (20 - Agricultural Sciences and Food) - Polissya National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work contains 37 pages of computer text, which contains 7 figures and 2 tables. Consists of 3 sections, introduction, conclusions and recommendations for production. 40 sources of references.

According to the results of our research conducted during 2021-2023, observing the productivity of corn for grain, we can draw the following conclusions: the following weed species dominated in corn phytocoenoses: field bindweed, willow spurge, yellow thistle, white quinoa, and gray mouse-ear; the highest height was recorded under conventional cultivation technology at the stage of wax ripeness and amounted to 312,9 cm; the highest grain yield of corn was achieved under conventional cultivation technology, which amounted to 7,14 t/ha; the highest starch content in grain, namely 70,8% and protein content in grain, namely 11,5%, was under conventional tillage; economic efficiency is best under conventional technology, where the highest conditional net profit was obtained - 27120 UAH/ha and payback was 0,90 UAH. ha 1 UAH of costs.

As a result of our research, we can make the following recommendation: to obtain high yields and more effective protection of corn plants from weeds, an optimal combination of chemical and mechanical methods of care (in our case, conventional technology) is necessary.

Keywords: corn, pre-sowing cultivation, chiseling, tillage, herbicides.

ВСТУП

Актуальність теми. Кукурудза є однією з найважливіших сільськогосподарських культур не тільки в Україні, а й у всьому світі. Наша країна входить до числа головних експортерів та всесвітніх виробників даної культури. Щороку понад 30 мільйонів тонн зерна збирають українські аграрії, значна частина якого іде на експорт, забезпечуючи важливий внесок у національну економіку.

Нині кукурудза є вагомим джерелом поживних речовин у раціоні харчування людини, цінним енергетичним кормом з найвищою засвоюваністю зерна, а також цінною сировиною для харчової, медичної, мікробіологічної та хімічної промисловості. Підвищення врожайності кукурудзи - одне з найважливіших завдань. Як одна з найбільш технологічних культур з найвищими вимогами до умов вирощування, кукурудза є найпродуктивнішою кормовою культурою. Варто зазначити, що врожайність кукурудзи залежить не лише від родючості ґрунту, а й від способів обробітку ґрунту та агротехніки. Однією з перешкод для зростання врожайності кукурудзи є забур'яненість посівів. У цьому дослідженні вивчався вплив різних технологій обробітку ґрунту та методів догляду за посівами кукурудзи на врожайність. Результати показали, що оптимальне поєднання хімічних і механічних методів догляду за посівами забезпечує найвищу врожайність та ефективну боротьбу з бур'янами [2, 20].

Кукурудза гарно приживається до кліматичних умов та має високу потенційну врожайність. Є дуже важливою у ланці сівозміни, що допомагає підтримувати родючість ґрунту. Дана культура є безкінечно ваговою з точки зору промисловості та для харчування [1, 4, 5].

Однак, лімітуючим фактором, який значно стримує збільшення виробництва зерна кукурудзи є надто висока забур'яненість посівів. Саме бур'яни, які витягують з ґрунту велику кількість поживних речовин та безмірну кількість води. В результаті недостатньої кількості вологи та живлення пригнічується

розвиток качана, що може привести до безпліддя рослин. За присутності величезної кількості безплідних рослин різко знижується врожайність зерна.

Отже, одним із важких заходів агротехніки для збільшення продуктивності культури та регулювання сегетальної рослинності в фітоценозах є обробіток ґрунту. Саме його частка при знищенні бур'янів складає 30 – 40 %. Отож, ефективне знищення бур'янової рослинності та поєднання механічного обробітку та хімічного захисту посівів дасть нам змогу збільшити врожайність зерна кукурудзи.

Мета досліджень – вивчення впливу способів обробітку ґрунту та захисту від бур'янів, що забезпечують щорічну стабільно високу урожайність зерна кукурудзи.

Для вирішення поставленої мети очікувалося вирішити наступні завдання:

- дослідити різні способи обробітку ґрунту та захисту кукурудзи на особливості розвитку та росту рослин кукурудзи;
- забур'яненість посівів залежно різних способів обробітку ґрунту та засобів захисту;
- проаналізувати врожай та якість кукурудзи;

Предмет досліджень – кукурудза, чорнозем типовий, середньогумусний, гербіциди, бур'яни.

Перелік публікацій автора за темою досліджень:

1. Трембіцька О. І. , Столяр С. Г., Рибак І. С. , Тетера С. А. Вплив технологій вирощування та способів догляду за посівами на урожайність кукурудзи. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2024. Вип. 76(1). С. 69–80. DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-7.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Роботу розміщено на 37 сторінках, яка включає 2 таблиці, 7 рисунків. Складається з 3 розділів: вступу, висновків, рекомендацій виробництву, додатків. 40 найменування включає список використаних джерел.

Кваліфікаційну роботу оформлено відповідно до вимог Положення про кваліфікаційні роботи у Поліському національному університеті [23], затвердженому рішенням Вченої ради університету.



Рис. 1.1 Поле кукурудзи

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Кукурудза справді є однією з найважливіших сільськогосподарських культур України, і її роль у економіці та різних галузях промисловості не можна переоцінити. Дана культура є важливим компонентом раціону людей. З неї виготовляють різні продукти харчування, такі як крупи, борошно, круп'яні вироби та інші продукти.

Зерно кукурудзи використовується для виготовлення кормів для тварин, що є критично важливим для розвитку тваринництва. Висока енергетична цінність кукурудзи допомагає в ефективному вирощуванні худоби. Кукурудза є основою для виробництва різних продуктів у харчовій та переробній промисловості. Наприклад, з кукурудзи виготовляють кукурудзяний сироп, крохмаль, глютен та інші інгредієнти, які використовуються в численних продуктах. Кукурудза також має застосування в медицині. Вона може використовуватися для виготовлення лікарських препаратів або в якості основи для біотехнологічних процесів. Кукурудза є важливою сировиною для виробництва біоетанолу, який використовується як альтернатива традиційним видам пального. Біоетанол, отриманий з кукурудзи, може знижувати залежність від викопних палив і допомагає зменшити викиди вуглекислого газу [1, 2].

Кукурудза, безперечно, має надзвичайно широкий спектр застосування і є важливою складовою частиною економіки та промисловості України.

Кукурудза використовується для виробництва понад 150 різних харчових і технічних продуктів, таких як борошно, крупи, пластівці, крохмаль, сироп, глюкоза та спирт. Це робить кукурудзу основою для багатьох продуктів, що споживаються в повсякденному житті.

З 100 кг зерна кукурудзи можна отримати 37-40 л спирту, що є на 3-5 л більше, ніж із зерна інших злакових культур. Це робить кукурудзу ефективною сировиною для спиртового виробництва [3, 4].

Рослинну олію добувають із зародків кукурудзи, яка є висококалорійним продуктом харчування, та завдяки вмісту лецитину має дуже корисні лікувальні властивості. Лецитин запобігає атеросклерозу та зменшує рівень холестерину в крові. Із кукурудзяних стрижнів виробляють целюлозу, папір, лігнін. Це додає цінності кукурудзі як сировині для виробництва упаковки і паперових виробів. З 1 центнера зерна кукурудзи можна отримати 56 кг крохмалю, 22,4 кг корму з високим вмістом протеїну (21%), 5,2 кг глютенowego борошна і 2,7 кг кукурудзяної олії. Це свідчить про високу продуктивність кукурудзи в переробці і її здатність забезпечувати численні потреби різних секторів промисловості [11, 12].

Таким чином, кукурудза є не тільки важливим продуктом для продовольчих потреб, але і цінною сировиною для промисловості та медицини, що підкреслює її стратегічну важливість для економіки України.

Кукурудза дійсно є стратегічною культурою для України, і її важливість на світовому ринку зерна продовжує зростати. Давайте розглянемо деякі ключові аспекти вирощування кукурудзи, що впливають на її продуктивність і ефективність: Україна має сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування кукурудзи. Теплий клімат, достатня кількість сонячного світла і родючі ґрунти сприяють високим врожаям цієї культури. Це робить її конкурентоспроможною на світовому ринку, де Україна може займати провідні позиції. Для досягнення високих врожаїв аграріям необхідно вкладати кошти в: вибір високопродуктивних і стійких до хвороб сортів кукурудзи є критично важливим для забезпечення хороших урожаїв; використання сучасних пестицидів та гербіцидів для боротьби з шкідниками і хворобами; оптимальні дозування мінеральних добрив для забезпечення всіх необхідних елементів живлення рослин; сушка кукурудзи після збирання є дороговартісною процедурою, але вона важлива для запобігання псуванню зерна. Зберігання також потребує сучасного обладнання та умов [21, 25].

Площі під кукурудзою в Україні змінюються через різні фактори, включаючи економічні умови, кліматичні умови та ринкові ціни. У 2023 році площі під кукурудзою зменшились до 3,86 млн га, що на 760 тисяч га менше, ніж у 2022 році. Це частково пов'язано з відсутністю інвестицій у цю культуру, а також зі зміною ринкових умов, які сприяли розширенню площ під іншими культурами, такими як соняшник, соя та ріпак.

Основні елементи технології вирощування кукурудзи включають:

- оранку, боронування і культивування для створення оптимальних умов для проростання насіння.
- вибір часу посіву, густоти і глибини залежить від конкретних умов та сорту кукурудзи.
- важливо забезпечити баланс основних елементів живлення (азот, фосфор, калій) у критичні періоди розвитку рослин.
- регулярний моніторинг і застосування засобів захисту для контролю шкідників та хвороб.

Кукурудза має критичні періоди розвитку, коли потребує додаткового живлення, особливо в етапи вегетації і формування качанів [12, 13].

Підживлення здійснюють на різних етапах розвитку рослин, враховуючи потреби в азоті, фосфорі та калії, а також мікроелементах.

Кукурудза залишається важливою культурою для України завдяки її економічній значимості та потенціалу для експорту. Однак для максимізації її потенціалу необхідно враховувати сучасні технології вирощування та інвестувати в ефективні методи обробки і зберігання.

Місце кукурудзи в сівозміні

Правильне розміщення кукурудзи в сівозміні є критично важливим для забезпечення високих врожаїв і підтримання здоров'я ґрунтів. Ось ключові моменти, що стосуються місця кукурудзи в сівозміні: кукурудзу рекомендується висівати після: пшениці, ячміню, тритикале, які добре підготовлюють ґрунт і

знижують ризик накопичення хвороб та шкідників; зернобобових культур: гречка, горох, соя, які збагачують ґрунт азотом і покращують його структуру; баштанних культур: диня, кавун, гарбуз, які не забирають великої кількості азоту з ґрунту і сприяють його відновленню; картопляні поля, зазвичай, мають добре структуровані ґрунти і низький рівень залишкових добрив, що сприяє хорошему розвитку кукурудзи [16, 18].

За сприятливих умов достатнього зволоження кукурудзу можна висівати після цукрового буряка, оскільки ця культура також не виснажує ґрунт надмірно. Кукурудза здатна добре переносити монокультуру, тобто вирощування на одному і тому ж місці протягом кількох років. Проте постійне вирощування кукурудзи можливе, якщо ретельно дотримуватись агрономічних рекомендацій для підтримання здоров'я ґрунту і запобігання накопиченню хвороб та шкідників.

Правильне розміщення кукурудзи в сівозміні є важливим аспектом для забезпечення високих врожаїв та підтримання здоров'я ґрунтів. Підбір оптимальних попередників і врахування можливих ризиків, таких як шкідники, допоможуть аграріям досягти кращих результатів у вирощуванні кукурудзи [8].

Система обробітку ґрунту для кукурудзи

Правильний обробіток ґрунту є ключовим для забезпечення високих врожаїв кукурудзи.

Кукурудза розвиває велику кореневу систему, більшість якої розміщується в орному шарі. Тому глибина обробітку ґрунту має важливе значення. Глибока зяблева оранка забезпечує оптимальні умови для розвитку коренів кукурудзи. Це включає оранку на глибину 27-30 см на чорноземах і 20-22 см на дернових ґрунтах Полісся. Для чорноземів використовують плуги з передплужниками. На дернових ґрунтах глибину оранки вменшують до двадцяти сантиметрів. Лушення є важливим етапом, особливо для боротьби з бур'янами і підготовки ґрунту до основного обробітку. При чистих полях достатньо одного лушення на глибину 6-8 см. Це забезпечить рівномірний розподіл залишків рослин і підготовку ґрунту

для подальшого обробітку. Якщо поля забур'янені кореневищними бур'янами, рекомендується провести дворазове лушення. Для цього використовують важкі дискові борони або лущильники на глибину до дванадцяти сантиметрів [4].

Вибір техніки для обробітку ґрунту є важливим для досягнення оптимальних результатів. Плуги з передплужниками, такі як ПЛН-5-35 і ПЛН-6-35, забезпечують глибокий обробіток ґрунту. Імпортні плуги від таких виробників, як Lemken і Amazone, також можуть бути використані. Важкі дискові борони (БДТ-3, БДТ-7) і лущильники (ЛДГ-10, ЛДГ-15) підходять для обробітку забур'янених полів.

На чорноземах оранка проводиться на більшу глибину (27-30 см) через високу родючість і потребу в забезпеченні кореневої системи достатнім об'ємом ґрунту.

На дернових ґрунтах глибина обробітку зменшена до 20-22 см через їх фізичні властивості та меншу родючість [5].



Система обробітку ґрунту для кукурудзи включає глибоку зяблеву оранку, лушення і правильний вибір техніки, що відповідає специфіці ґрунтів і умовам вирощування. Забезпечення відповідної глибини обробітку та боротьба з

бур'янами через правильне лушення сприяють отриманню високих врожаїв і оптимальному розвитку кореневої системи кукурудзи.

Обробіток ґрунту є критично важливим етапом у технології вирощування кукурудзи, оскільки він впливає на багато аспектів, які визначають продуктивність культури. Глибокий основний обробіток ґрунту допомагає регулювати водний, температурний, підживлювальний та повітряний режими ґрунту, що особливо важливо в умовах обмеженої вологи [6, 7].

Глибокий обробіток покращує водоутримуючі властивості ґрунту, що є критичним у посушливих умовах. Це дозволяє краще накопичувати та зберігати вологу, що позитивно впливає на ріст і розвиток кукурудзи.

Вплив на повітряний режим ґрунту через глибоке розпушування допомагає забезпечити належну аерацію кореневої системи кукурудзи. Це важливо, оскільки кукурудза має високі вимоги до рівня кисню в ґрунті. Традиційна глибока оранка до 27 см чи безполицевий чизельний обробіток забезпечують необхідну аерацію.

Глибокий обробіток також може допомогти в прогріванні верхнього шару ґрунту, що сприяє ранньому проростанню насіння та швидкому старту розвитку рослин. Глибоке розпушування допомагає краще розподілити добрива і забезпечити їх доступність для рослин [9, 11].

Коренева система кукурудзи складається з кількох ярусів. У скоростиглих гібридів зазвичай формується 5-7 підземних ярусів коренів, тоді як у пізньостиглих гібридів - 7-9 ярусів. На глибинних коренях збільшується кількість повітроносних порожнин, що допомагає покращити аерацію кореневої системи. Це особливо важливо, оскільки кукурудза має високі вимоги до аерації ґрунту.

На полях з глибоким обробітком ґрунту кукурудза показує найкращі результати завдяки покращеній вологоємності та аерації ґрунту. Це енергоощадний варіант обробітку, який також забезпечує ефективне покращення аерації та водоутримання без значного розривання ґрунтової структури [12, 17].

Таким чином, правильний вибір методу обробітку ґрунту має велике значення для досягнення високих урожаїв кукурудзи, особливо в умовах обмеженої вологи та складного клімату.

Весняний обробіток ґрунту є важливим етапом підготовки до посіву кукурудзи, і його ефективність значно впливає на майбутній урожай. Нижче наведено рекомендації та технології для проведення весняного обробітку ґрунту:

Обробіток ґрунту починають після того, як він досягне фізичної стиглості, тобто коли ґрунт вже не є занадто вологим, але достатньо розпушений для обробки [4, 5].

Для закриття вологи використовують важкі зубові борони (наприклад, БЗСС-1,0) або зубчасті борони (ОР-0,7). Це допомагає рівномірно розподілити вологу по поверхні ґрунту.

На площах, що не були зорані восени, доречно виконати обробіток протиерозійними культиваторами або важкими дисковими знаряддями на глибину до чотирнадцяти сантиметрів. Це забезпечує кращу структуру ґрунту та підготовку до подальших агротехнічних заходів.

Дві культивації проводять перед посівом кукурудзи:

- на глибину до дванадцяти сантиметрів для розпушування ґрунту та підготовки його до сівби;
- передпосівна на глибину загортання насіння для досягнення оптимальної структури ґрунту безпосередньо перед посівом.

Дотримання цих рекомендацій допоможе забезпечити високий рівень продуктивності при вирощуванні кукурудзи та оптимізувати використання ресурсів [12, 17].

Система удобрення кукурудзи є ключовим елементом агрономічної технології, оскільки ця культура має високу потребу в поживних речовинах.

Правильне внесення органічних і мінеральних добрив може суттєво підвищити врожайність та якість зерна.

Під оранку необхідно вносити фосфорно-калійні суміші та органічні. Азотні добрива краще вносити навесні в різні фази – це все залежить від запланованої врожайності та технології. Вірне застосування органічних і мінеральних добрив з урахуванням специфіки вашого регіону та типу ґрунту дозволить максимально ефективно забезпечити кукурудзу необхідними поживними речовинами та отримати високий та сталий урожай. Позакореневе підживлення є важливим інструментом для корекції дефіциту елементів живлення у рослин. Це метод, при якому розчини з поживними речовинами наносять безпосередньо на листя і стебла рослин. Цей спосіб має декілька ключових переваг: позакореневе підживлення дозволяє швидше доставити елементи живлення безпосередньо до рослин, що важливо у випадках термінового усунення дефіциту. Воно особливо ефективне, коли рослина не може ефективно поглинати поживні речовини з ґрунту через погодні умови, наприклад, у разі засухи або надмірної вологості, які можуть перешкоджати нормальному функціонуванню кореневої системи. Позакореневе підживлення дає можливість коригувати співвідношення елементів живлення, що може бути важливим для конкретних стадій росту і розвитку рослин. Внесення елементів через листя може позитивно вплинути не лише на кількість, але й на якість врожаю, оскільки своєчасне внесення певних мікроелементів може підвищити стійкість рослин до хвороб та поліпшити органолептичні властивості плодів [32, 37].

Кожен елемент мінерального живлення має свою специфічну роль в процесах метаболізму і росту рослин. Наприклад, азот сприяє росту листя, фосфор важливий для розвитку коренів і цвітіння, калій підвищує стійкість до стресів, а мікроелементи, такі як залізо і цинк, необхідні для функціонування ферментів і фотосинтезу. Баланс між цими елементами критично важливий для оптимального розвитку рослин і досягнення високих врожаїв [33, 35].

Крім основних елементів живлення кукурудзі неминучі також чимало мікроелементів, а саме:

Цинк (Zn) - один із важливих для кукурудзи елементів живлення, котрий бере активну участь у ходах обміну та синтезу протеїну, збільшує стійкість до приморозків; вітамінів В, Р, С, хлорофілу та впливає на процеси росту та розвитку.

Сірка (S) – є важливим компонентом ферментів, який бере участь у синтезі білка, до незасвоєння азоту призводить саме дефіцит сірки;

Марганець (Mn) – має високу незасвоюваність у ґрунті, тому його краще вносити по листку;

Магній (Mg) - головний компонент хлорофілу, допомагає засвоєнню фосфору, калію і протилежних елементів, наближає обмінні процеси. Для запобігання недостатності даного елемента доречно вносити магнієвмісні комплексні мікродобрива;

Бор (B) - збагачує переміщення вуглеводів та синтез, бере важливу роль у рості і поділі клітин, впливає на розтяг пилкових трубок і проростання пилку, зміцнює ріст коренів. При недостатці бору повстає вірогідність втратити вагому частину врожаю;

Захист посівів кукурудзи від бур'янів

Боротьба з бур'янами у посівах кукурудзи є критично важливою для забезпечення високих врожаїв та якісного зерна. Ґрунтові гербіциди, які вносять до сівби, мають на меті знищення бур'янів, що вже є в ґрунті, або запобігання їх проростання. Це дозволяє забезпечити чистоту поля до появи сходів кукурудзи. Ці гербіциди наносять після сівби, але до появи сходів культури. Вони допомагають контролювати бур'яни, які можуть з'явитися в період між сівбою та появою сходів кукурудзи. Після того, як кукурудза зійде, і особливо в критичний період розвитку (фази 2-3 до 8-10 листків), необхідно застосовувати

післясходові гербіциди для боротьби з бур'янами, які вже проросли і конкурують з культурою [36, 37].

Для боротьби з однорічними дводольними бур'янами, такими як щиріця, лобода біла, гірчиця польова, куряче просо, застосовують специфічні гербіциди, які мають ефективність проти цих видів. Багаторічні бур'яни, такі як осот рожевий та берізка польова, потребують спеціальних препаратів, які можуть контролювати їх навіть у стадії, коли вони вже мають добре розвинену кореневу систему. Використання механічних методів обробітку ґрунту для контролю бур'янів є важливою частиною класичної технології вирощування кукурудзи. Це може включати культивуацію, прополювання та інші механічні методи для зниження забур'яненості [26, 28].

Дотримання правильної сівозміни допомагає зменшити забур'яненість і підтримувати ефективність гербіцидів. Ротація культур допомагає розривати цикл бур'янів і знижувати їх чисельність. Найбільш ефективним підходом є комбінування ґрунтових і післясходових гербіцидів. Це дозволяє контролювати різні типи бур'янів на різних стадіях їхнього розвитку та забезпечити тривалий контроль над забур'яненістю. Застосування гербіцидів має проводитися відповідно до інструкцій і рекомендацій виробника, щоб уникнути негативних впливів на культуру і довкілля, а також забезпечити ефективність боротьби з бур'янами.

РОЗДІЛ II. УМОВИ, МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ОБ'ЄКТИ ПРОВЕДЕНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Умови та база проведення досліджень

Місце проведення досліджень. Польові дослідження з вивчення різних способів обробітку ґрунту та захисту фітоценозів кукурудзи проводилися упродовж 2021–2023 рр. в умовах ФГ «Панчук Плюс» Вінницької області.

Ґрунт дослідної ділянки відноситься до чорноземів типових, важкосуглинкових, середньогумусних, які характеризуються надвисокими сільськогосподарськими властивостями.

Метеорологічні умови були в 2021–2023 роки різноманітними, що дало змогу більше повно вивчити досліджувальні фактори. Зараз, спостерігається постійне збільшення середньорічної температури повітря, яка перевершує багаторічну норму. Це вказує про тенденцію до потепління в даному регіоні. Всі роки з 2021 по 2023 посідали середньорічні температури вище багаторічної норми в межах 0,6–1,5 °С. Максимальна середньорічна температура позначалася у 2023 році (9.1 °С), що переважає багаторічну норму на 1,1 °С.

Кількість опадів за попередні роки була нижчою за багаторічну норму. Найбільше сухими були 2022 та 2023 роки, де кількість опадів було суттєво менше за норму (500-520 мм). Тільки в 2021 році кількість опадів рівнялася нижній межі багаторічної норми (близько 600 мм).

Температура повітря у квітні 2023 року була помірною від 7 °С до 15 °С не перевищуючи багаторічну норму. Проте кількість опадів збільшилася вдвічі норми і становило 100 мм опадів. Проте у травні спостерігали дефіцит опадів (0,2 мм) та стрімке зростання температури повітря до +17,7 °С.

Літо розпочалося із середніми температурами від 17 °С до 25 °С. Опадів випало найбільше в липні, коли їх зафіксовано близько 78 мм. Це забезпечило достатню кількість вологи, але водночас підвищило ризик захворювань сільськогосподарських культур через вологі умови.

Температура повітря у серпні перевищували багаторічну норму на 4,8 °С. Опади були в дефіциті, їх випало на 70 % менше норми багаторічної.

Початок осені приніс зниження температур у діапазоні від 14 °С до 22 °С. Кількість опадів в межах 30 мм, що загалом сприяли завершальній стадії дозрівання та збору врожаю.

Відзначимо, що розуміння цих кліматичних закономірностей має вирішальне значення для планування сільськогосподарської діяльності, від посіву до збору врожаю, і забезпечення стабільності виробництва продуктів харчування в регіоні. Підсумуємо, що погодні умови упродовж 2021–2023 років виявилися сприятливими для вирощування кукурудзи.

2.2. Об'єкти і методика проведення досліджень

Технологія вирощування загальноприйнята для даного регіону, окрім досліджуваних елементів. Нами вивчався взаємний вплив способів обробітку ґрунту – фактор А та захисту фітоценозів від сегетальної рослинності – фактор В, як впливали на урожайність самої культури.

Облікова площа ділянок становила 50 м², розміщення варіантів послідовне з чотириразовою повтореністю.

Схема досліджень включала 3 варіанти. Перший варіант (рис. 1а), де агротехніка під культуру була базовою, а саме загальноприйнятою для даної зони і використовувалася в багатьох господарствах, де були включені наступні польові операції:

- ✓ досходове боронування;
- ✓ перший міжрядний обробіток;
- ✓ обробка посіву препаратом МайсТер Пауер OD, МД у нормі 1,25 л/га;
- ✓ другий міжрядний обробіток (чизелювання).

Кукурудзу за другим варіантом дослідження вирощували без застосування хімічних засобів захисту рослин, а саме за безгербіцидною технологією (рис. 1б).

Схема операцій виглядала наступним чином:

- ✓ досходове боронування;
- ✓ боронування по сходам;
- ✓ перша міжрядна культивація;
- ✓ другий міжрядний обробіток;
- ✓ третій міжрядний обробіток із підгортанням.

Третій варіант досліду – кукурудза вирощувалася за гербіцидною технологією (рис. 1в), де були включені наступні польові операції:

- ✓ досходове боронування;
- ✓ боронування по сходах;
- ✓ обробка посіву препаратом Гроділ Максі 375 OD, МД в нормі 0,1 л/га;
- ✓ перший міжрядний обробіток;
- ✓ другий міжрядний обробіток;
- ✓ третій міжрядний обробіток із підгортанням.



а



б



в

Рис.2.1 Дослідні ділянки кукурудзи

а – загальноприйнята, б – безгербіцидна, в – гербіцидна

Статистична обробка отриманих даних відбувалася за допомоги прикладних комп'ютерних програм.

Особливості вирощування кукурудзи в досліді

Гібрид Амарок 290 – простий гібрид, середньостиглий, тип зерна – кременисто-зубовидний, ФАО – 320, напрямок використання – зерновий, силосний, норма висіву для зони Полісся 80 – 90 тис., Лісостепу 65-80 тис. та Степу 60-70 тис. насінин. Високоврожайний. Потенційна врожайність – 15,8 т/га, маса 1000 зерен – 300 – 320 штук. Виведений в 2017 році Всеукраїнським науковим інститутом селекції (ВНІС).

Адаптований до вирощування за різних ґрунтово-кліматичних умов. Толерантний до посухи. Рекомендований для зони Полісся, Лісостепу та Степу.

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Агроекологічна ефективність вирощування кукурудзи

Волога та тепло є основними факторами, які лімітують врожайність кукурудзи та перспективи її вирощування на певній території. Чим вища спека, тим більш виражена перевага цієї культури над іншими культурами. Недостатня вологість ґрунту на кожному етапі росту рослин може призвести до зниження врожайності.

Обробіток ґрунту є одним з ключових факторів, що впливають на врожайність кукурудзи. Правильний обробіток ґрунту допомагає поліпшити структуру ґрунту, забезпечити оптимальні умови для правильного росту і розвитку рослин, а також утримувати вологу. Різні методи обробітку ґрунту, такі як оранка, культивація, нульовий обробіток та боронування, мають свої переваги та недоліки і можуть мати значний вплив на врожайність. Дослідження продемонстрували, що правильний вибір методу обробітку ґрунту уміє істотно підвищити ефективність використання ресурсів і підтримати стабільне зростання врожайності кукурудзи [6, 7].

Однією з ключових програм для успішного вирощування кукурудзи є боротьба з бур'янами. Листова рослинність може конкурувати за світло, воду та поживні речовини, що може значно знизити врожайність культури. Від багатьох факторів залежить ефективність боротьби з бур'янами, одним із них є вибір способу обробітку ґрунту. Вибір правильної системи обробітку ґрунту має змогу підвищити ефективність гербіцидів, загальмувати розмноження бур'янів та поліпшити стан посівів кукурудзи [4, 5].

За результатами моніторингу ми визначили видовий склад рослинності посівів кукурудзи та частоту зустрічальності найпоширеніших видів бур'янів.

Серед них найчастіше траплялися такі види: осот рожевий (*Cirsium arvense* L.) і жовтий (*Sonchus asper* L.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), молочай верболистий (*Euphorbia stricta* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), берізка

польова (*Convolvulus arvensis* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), ромашка непахуча (*Matricaria perforata* merat.) (рис. 3.1).

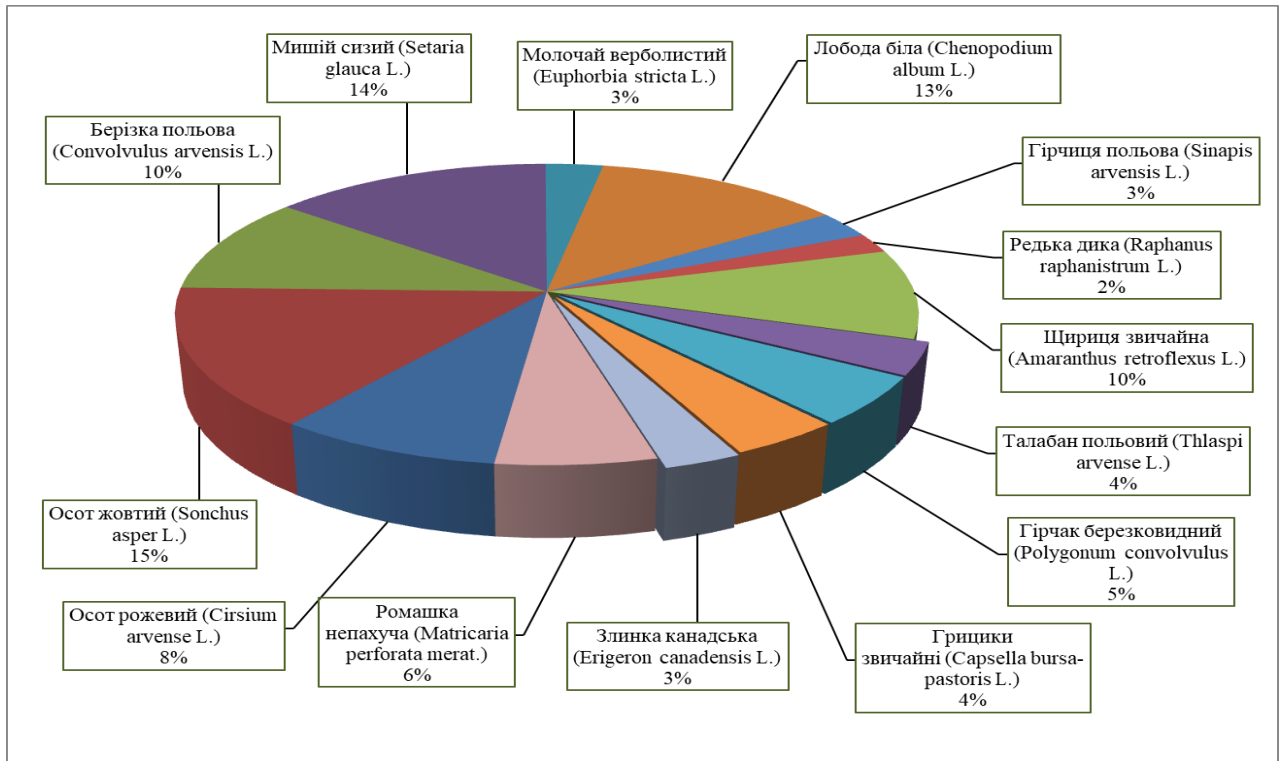


Рис. 3.1 Структура бур'янів кукурудзи в Лісостеповій зоні України

Визначено, що у фітоценозах кукурудзи найдужче значними видами бур'янів є: осот жовтий від 18 до 38,1 шт./м², мишій сизий від 24,6 до 37,8, лобода біла від 15,3 до 31,8 берізка польова від 10,8 до 26,9 шт./м². Серед дводольних малорічних: щириця звичайна від 8,4 до 22,8 шт/м², ромашка непахуча від 6,4 до 15,8 шт/м², гірчак березковидний від 7,5 до 13,9, талабан польовий від 4,4 до 10,8 шт/м² грицики звичайні від 6,2 до 15,7. Менш численними були: молочай верболистий від 3,6 до 6,2 шт/м², гірчиця польова від 2,4 до 5,1 шт/м².

Бур'яни завдають значної шкоди посівам, знижують врожайність та якість рослинної продукції, збільшують витрати на вирощування та негативно впливають на навколишнє середовище. Результати моніторингу посівів кукурудзи в агрогосподарствах Вінницької області наведені на рис. 3.2.

Вид	Частота трапляння		
	2021	2022	2023
<i>Sonchus asper</i> L.	+++	+++	+++
<i>Cirsium arvense</i> L.	+++	+++	+++
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+++	+++	+++
<i>Setaria glauca</i> L.	+++	+++	+++
<i>Euphorbia stricta</i> L.	+	+	+
<i>Chenopodium album</i> L.	+++	+++	+++
<i>Sinapis arvensis</i> L.	+	+	+
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	+	+	+
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	+++	+++	+++
<i>Thlaspi arvense</i> L.	++	++	++
<i>Polygonum convolvulus</i> L.	++	++	++
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	++	++	++
<i>Erigeron canadensis</i> L.	+	+	+
<i>Matricaria perforata</i> merat.	++	++	++

Бур'яни конкурують з кукурудзою за світло, воду, поживні речовини, негативно відбиваючись на розвиток та врожайність. Високі бур'яни можуть затінювати кукурудзу і перешкоджати фотосинтезу, що призводить до загибелі сходів. Крім того, бур'яни можуть вбирати поживні речовини з ґрунту, які необхідні для росту кукурудзи, що заподіює до безплідності ґрунту. Насінням бур'янів може бути забруднене і саме насіння кукурудзи, що знижує його якість. Тому дуже важливим є постійний контроль бур'янів у посівах кукурудзи, для

забезпечення оптимальних умов вирощування. Частота появи бур'янів коливається від 6,5% до 82,4%, залежно від метеорологічних умов і агротехніки.

За період досліджень передпосівний обробіток ґрунту дозволив повністю видалити бур'яни з поля. У всіх досліджуваних варіантах перед посівом проводили боронування для знищення бур'янів. До цього середня кількість бур'янів на ділянках становила 3,5 на квадратний метр. Через 20 днів у варіанті 1 посіви обприскували гербіцидом МасаTer Power OD, MD у нормі 1,25 л/га для боротьби бур'янами. У другому та третьому варіантах досліду сходи боронували. У другому варіанті досліду проводили першу міжрядну культивуацію; у третьому варіанті досліду нами проводилося обприскування посівів гербіцидом Гроділ Максi 375 ОД, МД у нормі 0,1 л/га. у першому та третьому варіантах досліду проводили міжрядні культивації, а у другому варіанті досліду - другу міжрядну культивуацію. В цей період кількість культурних рослин, які ми обліковували в рамці 0,25 м² становила: у першому варіант – 189,5 рослин; другому варіанті – 183,0 рослин та третьому варіанті – 186 рослин. У третьому варіанті досліду проводили другу міжрядну оранку та чизелювання. У першому варіанті проводили другу міжрядну культивуацію та чизелювання, а у другому та третьому варіантах – третю міжрядну культивуацію та боронування.

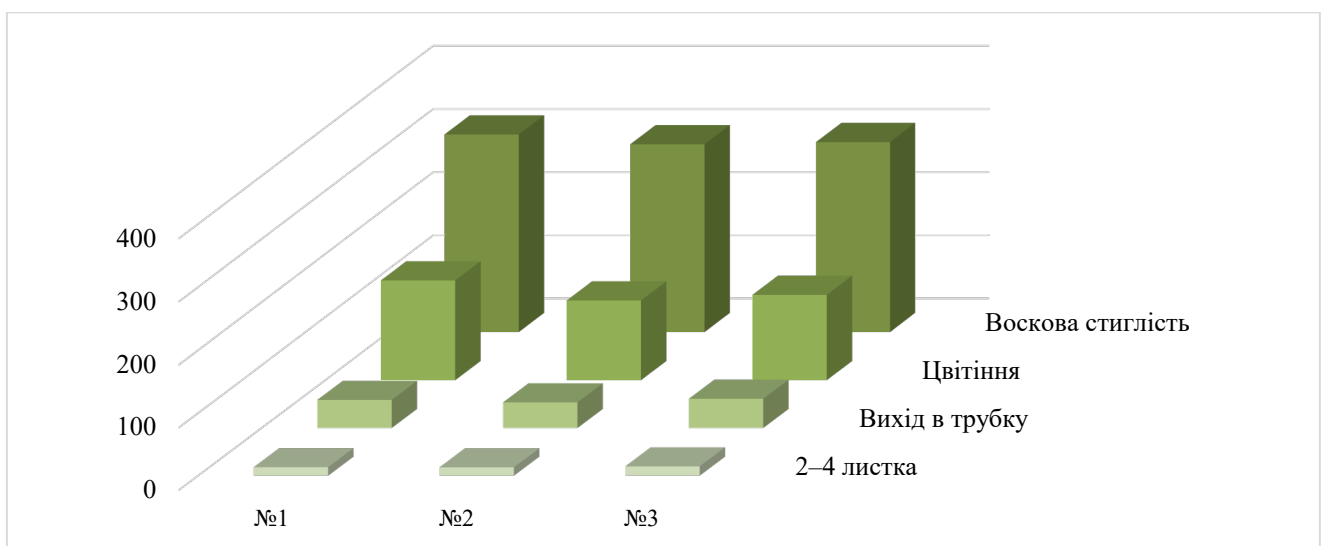


Рис. 3. 3 Динаміка росту кукурудзи за фазами розвитку, 2021–2023

Після міжрядних обробітків та хімічного захисту посівів визначали висоту культурних рослин на дослідних ділянках та проводили облік бур'янів у посівах кукурудзи.

За результатами наших досліджень, спостерігаємо, що висота рослин варіювалася залежно від року та експериментального варіанту, коливаючись від 13,3 до 312,9 см. Найбільша висота була зафіксована на стадії воскової стиглості – 312,9 см за традиційної технології вирощування.

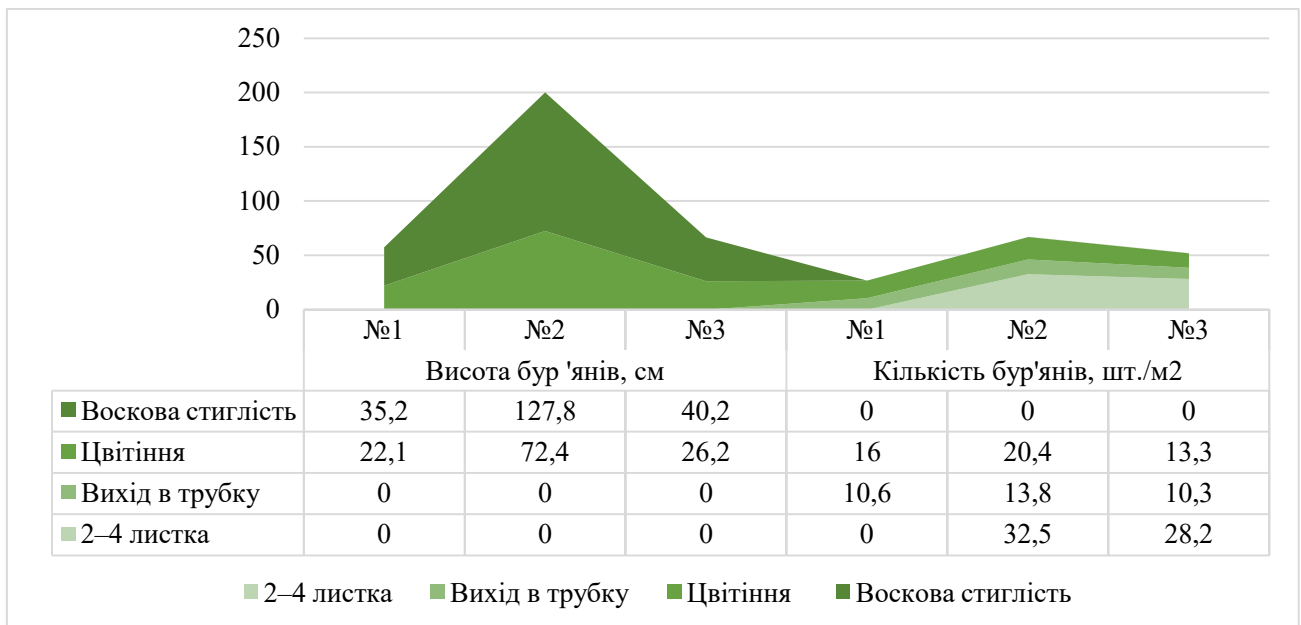


Рис. 3.4 Динаміка забур'яненості посівів у різні фази розвитку кукурудзи

З рисунка 3.4 видно, що в безгербіцидному варіанті було зафіксовано більшу кількість і розміри бур'янів порівнюючи з іншими варіантами. Перевершали коренепаросткові та дводольні бур'яни, такі як щириця звичайна, лобода біла, осоти, та яких було майже вдвічі більше, ніж злакових бур'янів.

Аналіз результатів показав, що управління посівами з використанням лише однорядного обробітку ґрунту не забезпечило ефективного контролю бур'янів. Як наслідок, висока кількість бур'янів у посівах кукурудзи призвела до зменшення маси та густоти рослин, що, в свою чергу, призвело до зниження врожайності.

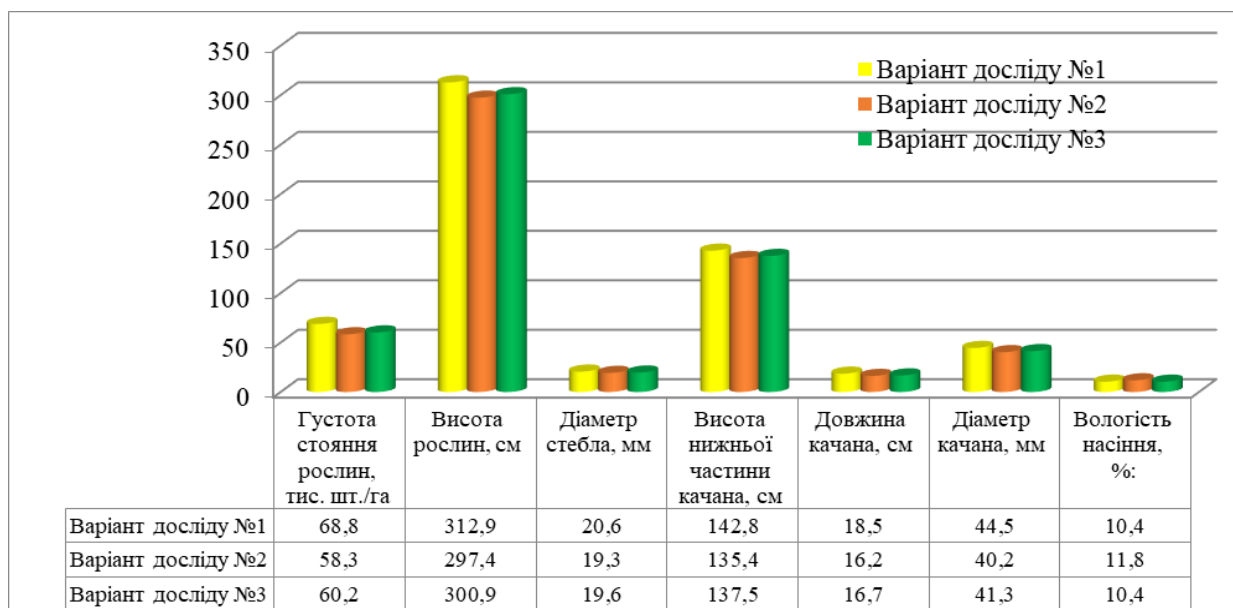


Рис. 3. 5 Структура кукурудзи на момент збирання, 2021–2023

Бур'яни мають значний вплив на врожайність кукурудзи. Неконтрольовані бур'яни конкурують з кукурудзою за ресурси і знижують швидкість росту і потенціал кукурудзи. Бур'яни також погіршують стан ґрунту та сприяють розмноженню шкідників і хвороб. Для досягнення високих врожаїв кукурудзи необхідні ефективні методи боротьби з бур'янами, а саме обробіток ґрунту, застосування гербіцидів.

Для оцінки продуктивності кукурудзи на зерно було проведено дослідження щодо врожайності. Основну увагу приділено впливу погодних умов та агротехнічних заходів на кінцевий результат.

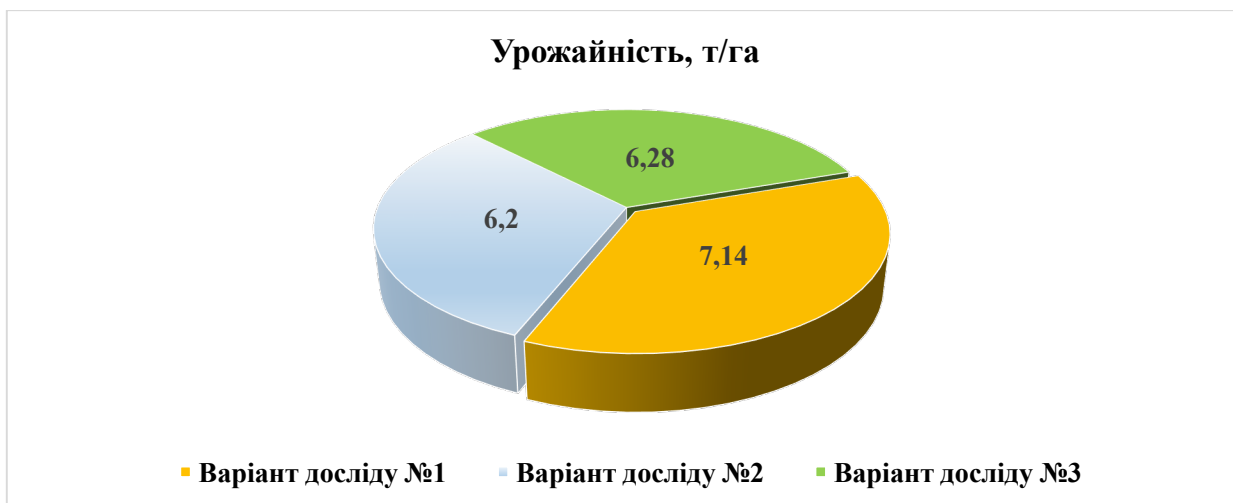


Рис. 3.6 У Вплив технологій вирощування на урожайність кукурудзи

За результатами наших досліджень максимальної урожайності зерна кукурудзи було отримано за традиційної технології, яка забезпечила урожайність на рівні 7,14 т/га. Дещо нижча урожайність була отримана за гербіцидної технології, яка становила 6,28 т/га та найнижчу урожайність було отримано за безгербіцидної технології (6,2 т/га).

Застосовування сучасних технологій обробітку ґрунту дає нам змогу вдосконалити вирощування кукурудзи та підвищити її якість. Основними показником якості зерна кукурудзи є вміст протеїну, крохмалю, сирого клітковини та жиру.

За результатами наших досліджень встановлено, що у зерні вміст крохмалю в середньому складав 65,4 – 70,8%. Найбільший вміст крохмалю в зерні, а саме 70,8% був за загальноприйнятого обробітку ґрунту. Дещо нижчі показники щодо вмісту крохмалю в зерні кукурудзи були за гербіцидною технологією і складали 69,6% та найнижчі показники крохмалю були за безгербіцидної технології.

Табл. 3.1

Вплив технологій вирощування на якість кукурудзи на зерно, 2021-2023

Технологія обробітку ґрунту	Вміст в зерні, %			
	протеїну (білку)	сирої клітковини	крохмалю	сирого жиру
Загальноприйнята				
Безгербіцидна				
Гербіцидна				

Найбільший вміст білку в зерні, а саме 11,5 % був за загальноприйнятого обробітку ґрунту. Дещо нижчі показники щодо вмісту білку в зерні кукурудзи були за гербіцидною технологією і складали 10,8 % та найнижчі показники крохмалю були за безгербіцидної технології.



Згідно результатів дослідження, традиційна технологія демонструє найвищі значення майже за всіма розглянутими параметрами, а саме за вмістом сирової клітковини та жиру, протеїну, крохмалю. Дані показники засвідчують про височезну якість та поживність кукурудзи, що є вагомим фактором для харчової промисловості, виробників кормів, які застосовують кукурудзу в своїй діяльності.

3.2 Вплив технологій вирощування та способів догляду кукурудзи на економічну ефективність

При оцінці економічної ефективності впливу досліджуваних факторів на врожайність гібридів кукурудзи було розраховано кілька показників: виробничі витрати, дохід, собівартість та рівень рентабельності. Для розрахунку витрат використано норми виробітку, що діють у господарстві, а також оплата праці згідно з актуальними денними тарифними ставками. Для цього були застосовані технологічні карти, дані з яких дозволяють визначити необхідні показники для оцінки економічної ефективності.

Табл. 3.2

Економічна ефективність при вирощуванні кукурудзи

Технологія обробітку ґрунту	Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн	Витрати, грн./га	Умовно- чистий дохід, грн/га	Окупність, грн./1грн. затрат
Загальноприйнята					
Безгербіцидна					
Гербіцидна					

За результатами економічної ефективності найкращою є загальноприйнята технологія, де було отримано найбільший умовно-чистий прибуток – 27120 грн/га та окупність становила 0,90 грн. га 1 грн. затрат. Дещо менше було отримано умовно-чистого прибутку за безгербіцидною технологією (19100 грн), так як було отримано меншу врожайність, та додаткові затрати на додатковий обробіток ґрунту. На найменший прибуток було отримано за гербіцидною технологією, який складав 18240 грн. та окупність становила 0,57 грн. на 1 грн. затрат.

Отже, для досягнення високої врожайності кукурудзи та отримання максимального прибутку необхідне оптимальне поєднання хімічних і механічних методів догляду (загальноприйнятої технології).

ВИСНОВКИ

За результатами наших досліджень, які були проведені протягом 2021-2023 рр., спостерігаючи за продуктивністю кукурудзи на зерно можемо зробити наступні висновки:

- у фітоценозах кукурудзи домінували отакі види бур'янів, як берізка польова, молочай верболистий, осот жовтий, лобода біла та мишій сизий. Частота їх трапляння залежала від агротехніки та коливалася від 6,5 до 82,4 %;

- найбільша висота була зафіксована за традиційної технології вирощування на стадії воскової стиглості і становила 312,9 см.

- найбільшу врожайність зерна кукурудзи було досягнуто за загальноприйнятою технологією вирощування, яка становила 7,14 т/га;

- найбільший вміст крохмалю в зерні, а саме 70,8% та вміст білку в зерні, а саме 11,5 % був за загальноприйнятого обробітку ґрунту;

- економічна ефективність найкращою є загальноприйнята технологія, де було отримано найбільший умовно-чистий прибуток – 27120 грн/га та окупність становила 0,90 грн. га 1 грн. затрат.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Проведені дослідження привели нас до наступних рекомендацій: для досягнення високої врожайності кукурудзи та ефективного контролю бур'янів необхідне оптимальне поєднання механічних методів догляду і хімічних. У нашому випадку найкращим варіантом є традиційна технологія.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пащенко Ю. М. Андрієнко А. Л., Пащенко О. Ю. Продуктивність гібридів кукурудзи в технологічних системах. Вісник аграрної науки. 2006. № 1. С. 19–22.
2. Зінченко, О. І., Кравченко, І. В., Пелих, В. М. (2015). Вплив норм висіву на врожайність та якість зерна кукурудзи в умовах Лісостепу України. Наукові праці Інституту зернових культур НААН України. 2015. № 14. С. 55–62.
3. Влащук А. М., Дробіт О. С. Динаміка висоти рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: V міжнарод. наук.-практ. конф: тези доп. Центральне, 2018. С. 15.
4. Гнатенко Ю. М. Адаптивні реакції кукурудзи на різні норми висіву залежно від агрокліматичних умов. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015. № 4. С. 58–64.
5. Лапшин Ю. В. (2015). Особливості формування врожайності кукурудзи залежно від норм висіву та густоти стояння рослин. Аграрний вісник Причорномор'я. 2015. № 3(75). С. 45–50.
6. Дідур І. М., Циганський В. І. Формування зернової продуктивності кукурудзи залежно від застосування мікробіологічного добрива Граундфікс в умовах Лісостепу Правобережного. Сільське господарство та лісівництво. 2017. №7 (Т. 1). С. 70–76.
7. Пасічник, В. Л. Вплив норми висіву на розвиток кукурудзи і формування її продуктивності. Збірник наукових праць Сумського національного аграрного університету. Серія "Агрономія і біологія". Вип. 8. С. 114–119.
8. Vitalii Palamarchuk, Natalia Telekalo. The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. Bulgarian Journal of Agricultural Science. № 24 (No 5). 2018, P. 783–790.

9. Андрієнко А., Романенко М. Густота як фактор продуктивності кукурудзи. Пропозиція. 2018. № 3. С. 60–63.
10. Репілевський Д. Е., Іванів М. О. Структура врожаю гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від способів зрошення в умовах південного Степу України. Таврійський науковий вісник. 2021. № 119. С. 99–111.
11. Мельник М. В. Вплив густоти посіву на продуктивність кукурудзи в умовах Центрального Полісся. Вісник аграрної науки. 2018. № 4, С. 91–95.
12. Чебан В. О. Оптимізація густоти стояння рослин кукурудзи залежно від норм висіву. Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. Серія "Сільськогосподарські науки". 2015. Вип. 1(30). С. 79–85.
13. Паламарчук В. Д. Характеристика гібридів кукурудзи за масою 1000 зерен та продуктивністю залежно від елементів технології. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2018. № 1. С. 38–42.
14. Архипенко Ф. М., Артющенко О. О., Кухарчук П. І. Агротехнічні заходи підвищення продуктивності та поживності кукурудзи. Вісник аграрної науки. 2006. № 6. С. 15–18.
15. Кравченко П. І. Дослідження впливу норм висіву на врожайність кукурудзи на зерно. Науковий вісник Львівського національного аграрного університету. 2013. Вип. 19, С. 125–130.
16. Marchenko T.Yu. Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century : collective monograph. Lviv. Torun : Liha-Pres, 2019. P. 137–153
17. Аверчев О.В., Іванів М.О., Лавриненко Ю.О. Індекси врожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та вологозабезпеченості в посушливому степу України. Таврійський науковий вісник. 2020. № 114. С. 3–12.

18. Shapiro C. A., Wortmann C. S. Corn yield response to planting population and row spacing in Nebraska. *Agronomy Journal*. 2015. Vol. 107(3). P. 1023–1030.
19. Губар О. Продуктивність кукурудзи розлусної залежно від строку сівби, заходів контролювання бур'янів і щільності посіву. *Вісник агр. науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2012. Вип. 1. С. 137–143.
20. Impacts of different tillage practices on some soil microbiological properties and crop yield under semi-arid Mediterranean conditions / I. Celika, Z. B. Barut, I. Ortas [et al.]. *International Journal of Plant Production*. 2011. № 5(3). P. 237–254
21. Rossini F., Di Stefano G., Marini R., Luppino C. Plant density and sowing date effects on yield and quality of maize for grain and silage in Southern Europe. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 120(1). P. 169–179.
22. Nitrogen balance and irrigation water productivity for corn, sorghum and durum wheat under direct seeding into mulch as compared with conventional tillage in the Southeastern France / M. R. Khaledian, J. C. Mailhol, P. Ruelle [et al.]. *Irrigation Science*. 2021. № 16(4). P. 371–380.
23. Quevedo Y. M., Beltrán J. I., Barragán-Quijano E. Effect of sowing density on yield and profitability of a hybrid corn under tropical conditions. *Agron. Colomb.* 2018. №. 36. P. 248–256. doi: 10.15446/agron.colomb.v36n3.71268.
24. Nafziger E. D. Inter- and intraspecific competition in corn. *Agronomy Journal*. 2006. Vol. 98(4). P. 1107–1113.
25. Fiorini I.V.A, Pereira C.S., Pereira H.D., de Medeiros A.L., Pires L.P.M. Yield and its components according to maize sowing times at offseason in the Northern of Mato Grosso state, Brazil. *J. Bioenergy Food Sci.* 2018. № 5. P. 54–65. doi: 10.18067/jbfs.v5i2.195.
26. Shioga P. S., Oliveira E. L., Gerage A. C. Densidade de Plantas e Adubação Nitrogenada em Milho Cultivado na Safrinha. *Rev. Bras. Milho e Sorgo*. 2004. № 3. P. 381–390. doi: 10.18512/1980-6477/rbms.v3n3p381-390

27. Асанішвілі Н. М., Корсун С. Г., Шляхтурова С. П. Якість зерна кукурудзи залежно від технології вирощування в північній частині Лісостепу. Землеробство. 2014. Вип. 1/2. С. 63–66.
28. Багатченко В. В. Вихід високоякісного насіння кукурудзи в залежності від густоти стояння рослин. Наук. вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. 2018. Вип. 294. С. 103–109.
29. No-till can increase earthworm populations and rooting depths / W. D. Kemper, N. N. Schneider, T. R. Sinclair. Journal of soil and water conservation. 2011. Vol. 66, no. 1. P. 13-17
30. Sarlangue T., Andrade F. H., Calviño P. A., Purcell L. C. Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density? Agricultural and Forest Meteorology, 2007. Vol. 149(6–7). P. 1060–1067.
31. Вовкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 2. Зернові, круп'яні та зернобобові культури. Київ : Алефа, 2001. 64 с.
32. Князюк О. В. Агроекологічне обґрунтування підвищення продуктивності різностиглих гібридів кукурудзи залежно від густоти рослин, міжрядь, строків та глибини сівби. Вісник Білоцерківського ДАУ : зб. наук. праць. Біла Церква, 2015. Вип. 32. С. 66–74.
33. Mastrodomenico A. T., Haegele J. W., Seebauer J. R., Below F. E. Yield stability differs in commercial maize hybrids in response to changes in plant density, nitrogen fertility, and environment. Crop Sci. 2018. № 58. P. 230.
34. Ciampitti I. A., Vyn T. J. Plant density impacts on maize productivity: a review. Field Crops Research. 2011. Vol. 121(1). P. 139–147.
35. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2017. 588 с.
36. Ciampitti, I. 2018a. Trends in Optimum Plant Density and Yields Gains for Corn in North America. Pioneer Agronomy Research Update.

37. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного : монографія. Вінниця : ТОВ Друк. 2020. 536 с.

38. Лебідь Є.М., Циков В. С., Пащенко Ю. М. та ін. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

39. Паламарчук В.Д., Доронін В.А., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Основи насіннєзнавства (теорія, методологія, практика): монографія. Вінниця: ТОВ Друк, 2022. 392 с.

40. Положення про кваліфікаційні роботи у Житомирському національному агроекологічному університеті. URL: <http://znau.edu.ua/m-universitet/m-publichna-informatsiya>.