

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АГРОТЕХНОЛОГІЇ,
СЕЛЕКЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
Кафедра рослинництва**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Характерні особливості росту та розвитку кукурудзи залежно
від густоти стояння рослин і удобрення в умовах Лісостепу України»**

Виконав: здобувач вищої освіти
за ОПП Екологічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
Ступеня вищої освіти магістр
Денної форми навчання
Тіт Юрій Леонідович

Керівник: к.с.-г.н. Марініч Любов Григорівна

Рецензент: к.с.-г.н. Олєпир Роман Вікторович

Полтава – 2022 року

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПИТАНЬ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО (Огляд літературних джерел)	5
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1 Об'єкт та предмет проведення досліджень	17
2.2 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення досліджень	18
2.3 Методика проведення дослідження	20
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ АГРОЗАХОДІВ ТА ПОГОДНИХ УМОВ У РОКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
3.1 Початок і тривалість фаз розвитку та висота рослин кукурудзи на дослідних ділянках	24
3.2 Динаміка накопичення сирої маси та сухої речовини	26
3.3 Формування урожайності зерна кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення	29
3.4 Якість зерна кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення	33
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	35
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	38
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	41
ВИСНОВКИ	45
Список використаних джерел	47

ВСТУП

Актуальність роботи. В нинішніх умовах глобальних та регіональних змін клімату збільшення та стабілізація виробництва продовольчих культур є одним із основних напрямів розвитку рослинництва, а за загальним виробництвом зерна кукурудза займає перше місце у світі. В Україні більшість посівів кукурудзи розташовано в зонах з недостатньою кількістю опадів і високими температурними умовами, що потребує розробки та впровадження нових технологій вирощування, зокрема оновлення складу гібридів, оптимізації густоти стояння, раціональних систем удобрення тощо.

Комплексне вдосконалення технології обробітку ґрунту та впровадження у виробництво нових інтенсивних високопродуктивних гібридів створює сприятливі умови для отримання високих урожаїв на основі повністю механізованого вирощування кукурудзи. У перспективі зернове господарство Лісостепової зони має орієнтуватися на високоінтенсивні види розвитку, впроваджуючи новітні досягнення науки, техніки і технології в концепції «гібрид – агротехніка – організація».

Мета та завдання дослідження. Удосконалення технології вирощування кукурудзи шляхом оптимізації густоти стояння рослин та мінерально-поживного фону в умовах Лісостепу України.

Для досягнення даної мети було поставлено ряд наступних завдань:

- провести фенологічні спостереження для вивчення динамічних змін висоти рослин кукурудзи в залежності від густоти рослин і внесення добрив;
- за аналізом спостережень дослідити динаміку накопичення сирої маси та сухої речовини;
- науково підтвердити вплив досліджуваних факторів (густи стояння рослин та внесення добрив) на утворення врожайності, структуру та якість зерна;

- виконати аналіз економічної вигоди вирощування зернової кукурудзи за досліджуваними елементами.

Методи дослідження. Польовий метод спрямований на поєднання обліку врожаю та біометричних вимірювань для аналізу взаємодії досліджуваного об'єкта з досліджуваними факторами та навколишнім середовищем. Лабораторний метод призначений для визначення характеристичних показників складу та якості зерна. Розрахунково-порівняльний метод використовується для здійснення оцінки економічної ефективності вирощування досліджуваної культури.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПИТАНЬ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО (Огляд літературних джерел)

Кукурудза є однією з найурожайніших продовольчих культур нинішнього рослинництва і характеризується універсальним призначенням, і може вирощуватися в найрізноманітніших ґрунтово-кліматичних умовах по всьому світу для харчових, кормових, енергетичних та промислових цілей. Донедавна Україна була однією з країн, де кукурудза мала високий рівень поширення. Проте протягом останніх 25-30 років, як посівна площа, так і валова врожайність трохи скоротилися, це можна пояснити складними факторами характеристики, особливо змінами в організаційно-господарській структурі, появою індустріального сільського господарства, зниженням виробництва у тваринництві, негативною динамікою внутрішнього ринку, збоєм агротехнічних процесів виготовлення кормів та зерна із кукурудзи, відсутністю фінансових можливостей та інших необхідних ресурсів. За відповідністю до статистичних даних, у 2014 році загальна площа під цією культурою становила 2,48 млн. га, а 2015 року знизилася до 1,78 млн. га або на 30,6%. Процес скорочення посівних площ під кукурудзою обумовлений насамперед попитом тваринництва.

Наприклад, якщо в 1990 році в Україні на годівлю тварин було використано 28 млн. т зерна, то за даними 2014 року цей показник зменшився і становив 14 млн. т.

Разом з тим, у зв'язку з характером погодних умов та деякими економічними факторами, суттєво зменшилися посівні площі озимих культур, що дало тенденцію до збільшення площ посівів ярих культур для отримання необхідного загального врожаю зерна, в тому числі кукурудзи. Гібриди української селекції (Борисфен 490 АМВ, Борисфен 433 МВ, ДНОД

417 МВ, Дніпровський 472 МВ та ін.) за своїми технічними показниками мають не нижчий біологічний потенціал, ніж іноземні гібриди провідних компаній світу, але характеризуються високим адаптаційним потенціалом, для них характерне пристосування до посухи та термічного стресу, мають високий рівень окупності інвестицій за використання поливів, застосування системи удобрення мінеральними та органічними добривами, проведенні обробок пестицидами, агрохімікатами і біопрепаратами [34].

Серед найважливіших факторів, що впливають на отримання максимально можливого врожаю зерна кукурудзи є застосування науково обґрунтованих систем обробітку ґрунту, формування оптимальної густоти стояння рослин, аргументована система удобрення, комплексний догляд за посівами рослин.

Доведено, що повна продуктивність та максимальна реалізація посівних гібридів кукурудзи може бути реалізована на генетичному рівні лише за умови створення збалансованого водно-мінерального живлення та оптимальних тепло-світлових режимів для культури [52].

Історія говорить нам, що кукурудза була відома як культура ще в 8-10 тис. років до нашої ери. Раніше рослини були в 2-4 рази менші за нинішні, в ті часи довжина качана була не більше 4-5 см.

Першими хто почав культивувати кукурудзу, як культуру стали жителі Древньої Мексики, у наступні тисячоліття вона стала незамінним «годувальником» багатьох цивілізацій, включаючи племена ацтеків і майя, цивілізацію ольмеків. З цієї причини кукурудзі навіть поклонялися, про що свідчить ім'я одного з богів племені Майя – Кетцалькоатль, бога родючості та кукурудзи. Культура була завезена в Європу в 16 столітті, а потім швидко поширилася в Італії, Іспанії, Франції і поступово розповсюдилася далі на схід – в Китай та Індію.

В даний час кукурудза займає лідируючі позиції серед інших зернових у всьому світі, вона має посівні площі в багатьох країнах Європи та

Азії. На території країн СНД кукурудза спочатку з'явилася в Молдові, потім на Кавказі та півдні України, але поширення культури відбувалося досить повільно, лише в кінці 19 століття площа посівів стала значно збільшуватися. Після успішної акліматизації біля узбережжя Чорного моря кукурудза почала поширюватися в північних і лісостепових районах України. У 1916 р. посівна площа кукурудзи на зерно вже досягла 650,6 тис. га

В Україні кукурудза стала популярною в другій половині 20 століття. Поступове зростання виробництва кукурудзи в нашій країні почалося в 1990-х роках. У результаті з 1995 року посівні площі зросли з 1,2 млн. га до 3,5 млн. га в 2011 році. Спочатку розвиток зернових районів був зосереджений у центральних і північних областях України — Сумській, Полтавській, Харківській, Чернігівській, Черкаській, Дніпропетровській. Саме там створені оптимальні умови для високого врожаю [5].

У наступні роки посівні площі значно зросли. З 2011 року спостерігається значний приріст, адже частка кукурудзи в структурі рілля зросла з 10,1% до 13,2%, досягнувши 3,5 млн га.

В Україні, на частку якої припадає 3,1% світового вирощування кукурудзи, у 2013-14 роках виробництво її зерна збільшилось та досягло кількості в 30,9 млн тонн. Статистика за цей період доводить, що середня врожайність кукурудзи в Україні склала 6,3 т/га. Цей показник вищий, ніж у Бразилії та Китаї, а також вищий, ніж середньосвітовий урожай зерна по культурі. Так, посівні площі кукурудзи збільшилися з 1,2 млн га у 1995 р. до 4,8 млн га у 2013 р., а загальна врожайність з 3,4 млн тонн до 26 млн тонн відповідно. Такий рівень виробництва ставить Україну до п'ятірки світових лідерів.

Сьогодні в Україні експортується 2/3 зерна кукурудзи. Важливим фактором перспектив вирощування кукурудзи є можливість використання її зерна для виготовлення біопалива, обсяги застосування якого в окремих країнах світу сягають 5-12%.

Сполучені Штати є світовим лідером у виробництві кукурудзи, збираючи 25-320 мільйонів тонн зерна щорічно, врожайність перевищує 10 тонн з гектара, що становить більше третини загального світового виробництва. У 2016 році виробництво зерна зросло на 11-15%. Так, основними країнами, які вирощують кукурудзу є промислово розвинуті країни, такі як Сполучені Штати, Італія, Франція, а також країни, що динамічно розвиваються – Китай, Бразилія, Індія, Румунія. Зокрема, виробництво кукурудзи зросло на 23% у Бразилії, 27% у Південній Америці та 30% в Аргентині. У Китаї виробництво кукурудзи впало приблизно на 8,5 мільйона тонн порівняно з попереднім роком, у Мексиці – майже на 5 відсотків, а в Канаді – на 9 відсотків [34].

Згідно економічних показників в аграрному секторі Україна входить до числа провідних розвинених країн світу, здобувши звання виробника та експортера зерна кукурудзи. Таким чином, загальний урожай зерна в Україні у 2019 році склав близько 26 млн тонн. Це на 18% більше минулорічного показника. За підсумками посівної кампанії 2019 року найбільші посівні площі кукурудзи знаходяться у Полтавській (486,7 тис. га), Кіровоградській (392,6 тис. га), Дніпропетровській (387,5 тис. га), Черкаській (347,9 тис. га), Вінницькій (326,2 тис. га) та Харківській (325,3 тис. га) областях. З кожним роком площі посівів кукурудзи збільшуються в усіх регіонах України.

Кукурудза, як просапна культура є добрим попередником у сівозміні, сприяє зниженню засміченості посівів від бур'янів, знижує ризик ураження різних сільськогосподарських культур, зокрема зернових, від найбільш небезпечних патогенів та шкідників. При збиранні на зерно є хорошим попередником злаків, а при вирощуванні як зелений корм - прекрасною паропоглинаючою культурою. Кукурудза відноситься до кращих попередників для багатьох інших сільськогосподарських культур поливних і неполивних сівозмін (бобові, ярі злаки), однак слід зазначити, що вона є прийнятним попередником для озимих культур, пов'язано це з її тривалим

вегетаційним періодом і в багатьох випадках неможливістю підготовки ґрунту під наступну культуру сівозміни. З точки зору сучасної біохімії та біологізації рослинництва землеробства кукурудза має незаперечні переваги, тому що утворює велику масу листя та стебел, яка при вирощуванні досліджуваної культури на зерно залишається на полі, потрапляє у ґрунт та значно збільшує вміст у ньому органічних речовин, що, зрештою сприяє підвищенню родючості ґрунту [25].

Кукурудза (*Zea-mays* L.) — однорічна дводомна перехреснозапилена рослина, що належить до класу однодольних (*Monocotyledanae*), порядку *Poales*, родини Злакових (*Poaceae*), роду *Zea* підродини просоподібних. Згідно сучасної класифікації має 8 підвидів, до них належать: зубоподібна (*indentata* Sturt.); розлусна (*everta* Sturt.); цукрова (*saccharata* Sturt.); кремениста (*indurata* Sturt.); крохмалиста (*amylacea* Sturt.); крохмалисто-цукрова (*amyleo-saccharata* Sturt.); плівчаста (*tunicata* Sturt.); воскоподібна (*ceratina* Kulesch.).

Володіючи великою кількістю надземної та підземної біомаси, кукурудза суттєво відрізняється від більшості інших продовольчих культур за біологічними параметрами, насамперед за потужним розвитком вегетативних органів (стебла, листя, коренів). В кукурудзи мичкувата коренева система, добре розвинена, проникає в ґрунт на глибину до 1 м, іноді до 1,5-2 м, стрижневі корені відсутні. Ранньостиглі карликові гібриди мають менший потенціал росту кореня в глибину та ширину, ніж високі пізньостиглі гібриди. З підземних вузлів безпосередньо із насіння розвиваються первинні корінці, формуючи потужну кореневу систему, а у вузлі кушення утворюються додаткові корені, які формують розгалужені вторинні корені [38].

Кукурудза — це рослина з окремими суцвіттями, які за структурою відрізняються від суцвіть інших злаків. Чоловіче пилякове суцвіття є волоттю, а жіноче маточкове качаном. Залежно від генетичних особливостей

сортів і гібридів, погодних умов у період вегетації та агротехнічних факторів рослини дають різну кількість високопродуктивних качанів, але форма качанів значною мірою визначається генотипом рослини. Найпоширеніші форми качанів – циліндричні або злегка конічні. Кількість рядів зерен у кожному качані коливається від 8 до 20, але іноді досягає 30, тоді як кількість зерен у качані приблизно дорівнює 400-800. Зернівка кукурудзи — однонасінний плід, що складається із зародка, ендосперму та оболонки (плодової та насінневої). Маса 1000 зерен дрібнонасінних гібридів 100-150 г, крупнонасінних 300-400 г.

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

Кукурудза є теплолюбною культурою, але в певні періоди росту та розвитку її потреба в теплі змінюється. У польових умовах оптимальна температура ґрунту для проростання насіння та появи сходів становить 10-12°C. Температура ґрунту 7-11°C дозволяє отримати сходи кукурудзи через 15-17 днів, а за температури 12-15°C сходи з'являться через 10-12 днів. Різке зниження інтенсивності росту спостерігається при температурах 14-15°C і припинення росту при 10°C. Максимальна температура, при якій рослини припиняють ріст, становить 45-47°C. Кукурудза дуже чутлива до осінніх заморозків. Зелене листя пошкоджується навіть при плюсовій температурі, дуже близькій до нуля, а стебла і качани - при температурі мінус 2,5-3 °С.

Польові експерименти показали, що кукурудзі потрібно 450- 600 мм опадів протягом вегетаційного періоду для отримання високої якості врожаю. У середньому 1 мм атмосферних опадів достатньо для створення 20 кг зерна досліджуваної культури. Протягом першої половини вегетаційного періоду рослини демонструють невелику потребу у волозі та дефіцит вологи для

зростання кукурудзи до утворення 7-го чи 8-го листка майже не виявляється. Вивчивши реакцію культури на початкову посуху, вчені прийшли до висновку, що найбільше значення має тривала посуха у період від сходів до початку викидання волотей[48].

З іншого боку, недолік ґрунтової вологи в період, коли кукурудза її найбільше потребує, особливо в поєднанні з сухим повітрям, може призвести до всихання рослин, зниження фотосинтезуючої активності, передчасного висихання листя, порушення процесів запліднення та формування зерна. За вегетаційний період лише одна рослина кукурудзи споживає близько 200 літрів води.

Під час вегетації за богарних умов вологозабезпечення посівів кукурудзи відбувається за рахунок опадів. Решта води, необхідної для правильного росту і розвитку культури, надходить із запасів ґрунту та вологості повітря.

Тому одним із важливих завдань агротехніки вирощування кукурудзи є підтримання вологості ґрунту. Досить густий посів кукурудзи підтримує високу вологість повітря, що є одним із факторів, що сприятливо впливає на баланс вологи кукурудзи.

Кукурудза є світлолюбною культурою і потребує інтенсивного використання світла з початку сходів.

Оптимальне освітлення має позитивний вплив на активність рослинних ферментів. Для чудового росту та розвитку кукурудзи потрібне інтенсивне сонячне освітлення за тривалості дня 12-14 годин, а найшвидше культура зацвітає за 8-9 годинного дня. Надмірне загущення культури та її засміченість можуть призвести до зниження врожайності качанів. Недостатнє освітлення є негативним фактором для кукурудзи. Невелике затінення, навіть при сприятливості інших факторів зовнішнього середовища, може значно знизити врожайність і подовжити вегетаційний період посівів. Людина може впливати на цей процес, регулюючи доступ світла до асиміляційних органів

(густота посіву) і живлення рослин (регулювання стану води та поживних речовин у ґрунті). За оптимальних систем обробітку ґрунту та удобрення, своєчасного та якісного догляду за посівами кукурудза може формувати беззмінний урожай практично на всіх типах ґрунтів. Культури краще розміщувати в родючому ґрунті, вільному від бур'янів і шкідників, із середнім і високим вмістом поживних речовин та гумусу, а також на ділянках з оптимальними водно-повітряними і поживними умовами [43].

Кукурудза має високі вимоги до мінерального живлення. Азот має важливий вплив на ранні стадії росту рослин. Його несача значно уповільнює ріст і розвиток рослин. Максимальне споживання азоту культурними рослинами спостерігається за 2-3 тижні до викидання волоті. Достатнє фосфорне живлення необхідно забезпечити на початкових етапах органогенезу рослин (3-7 листки), коли починається закладка суцвіть і відзначається прискорений ріст коренів. Дефіцит цього елемента живлення може призвести до утворення недорозвинених качанів, порушення рівномірності вирівнювання зерен, зниження якості 1000 зерен та інших негативних наслідків. Забезпечення рослин достатньою кількістю фосфору стимулює розвиток коренів, підвищує стійкість до посухи, прискорює формування качанів і дозрівання врожаю. Максимальне споживання фосфору рослинами кукурудзи припадає на пізній період вегетації — від стадії формування зерна до його молочно-воскової стиглості. Дефіцит калію призводить до блокування вуглецевого обміну в рослинному середовищі, уповільнення процесу фотосинтезу та ослаблення кореневої системи. При дефіциті калію сповільнюється рух вуглеводів, знижується синтетична активність листків, послаблюється коренева система, знижується стійкість кукурудзи до вилягання. Калій у великій кількості починає надходити в рослину з першого дня появи сходів. Рослини засвоюють до 90% калію до того, як почнуть кидати волоті, а незабаром після закінчення цвітіння калій перестає надходити в рослину.

Отже кукурудза є досить вимогливою до умов вирощування рослиною. Водночас вона має специфіку ефективного використання ґрунтово-кліматичних факторів, що надає забезпечення високих урожаїв за умов правильного підбору гібридів та високого рівня агротехніки.

Гібриди кукурудзи сильно відрізняються за вегетаційним періодом, а отже, за потребами в теплі, воді, поживних речовинах і світлі. Згідно біологічних особливостей кукурудзи, як сільськогосподарської культури виділяють такі основні фази росту й розвитку: набубнявіння насіння, проростання насіння, сходи, утворення третього листка, кущення, утворення п'ятого, сьомого, одинадцятого та п'ятнадцятого листків, вихід у трубку, викидання волоті, цвітіння волоті, цвітіння качана, молочна стиглість, воскова стиглість, повна стиглість.

Підвищення врожайності кукурудзи можливе завдяки вдосконаленню технології посіву, що дозволить збільшити врожайність на існуючих площах.

Основну роль у підвищенні врожайності та якості зерна кукурудзи відіграє правильний підбір культурних гібридів. Зараз це тим більше важливо, адже велика кількість господарств, особливо малих, не може забезпечити високий рівень землеробства, особливо оптимальні системи удобрення та своєчасне проведення заходів захисту рослин.

У системі агротехнічних заходів із посіву кукурудзи важливу роль відіграє планування кількості насіння при сівбі. При цьому необхідно враховувати його індекс схожості та заплановану густоту рослин, адаптувати заходи до місцевих умов та до придатності для сівозміни.

Окремий спосіб встановлення оптимальної густоти прямостоячих рослин дозволяє максимально ефективно використовувати природні та агротехнічні ресурси для отримання якісних і економічно вигідних урожаїв кукурудзи шляхом інтенсифікації, ресурсозбереження та прийомів біологізованих технологій.

Ступінь загущеності рослин кукурудзи істотно впливає на швидкість її росту і розвитку. Відповідно до деяких наукових робіт кількість рослин кукурудзи на одиницю площі повинна бути скоригована з урахуванням продуктивності ґрунту та наявності води, яку може використовувати рослина.

Вплив густоти стояння на швидкість росту кукурудзи має різні прояви в залежності від агротехніки, ґрунтово-кліматичних факторів та морфобіологічних особливостей рослин кукурудзи [11].

За густоти стояння рослин (40, 50, 60 тис. шт./га) гібридів кукурудзи W64US встановлено, що в посушливі роки загущення рослин має негативний вплив на врожайність зерна через зниження кількості зерен на качанах, дрібнозерністю, підвищенням питомої ваги безплідних рослин, а у вологі роки відмічений прямий позитивний вплив максимальної густоти стояння 60 тис. шт./га.

Доведено, що формування врожайності та масштабів збирання кукурудзи та інших культур залежить від дії та взаємодії багатьох природних і агротехнічних факторів, наявності та забезпеченості ґрунту водою та елементами живлення, густотою росту рослин, негативний вплив шкідників тощо. На врожайність та якість зерна впливають погодні умови – температура і вологість повітря, опади, показники сонячної радіації, посуха.

Термічний стрес і нестача продуктивної вологи в ґрунті за сухих погодних умов диктують фізіологічні процеси в рослинному середовищі, погіршуючи фотосинтетичну активність досліджуваних культур і призводячи до загибелі врожаю [3].

Засвоєння фосфору рослинами більш обмежене в умовах великої кількості води і нестачі тепла. Концентрація N і K у продукції була вища за нормальної доступності води та вологих років, тоді як для P було навпаки у посушливі роки.

Внаслідок дефіциту хоча б одного елемента живлення знижується лінійна швидкість росту, погіршуються процеси листоутворення і цвітіння, виявляється гіпоплазія зерна. Найбільшу небезпеку становить дефіцит азоту, коли врожайність знижується на 20% і більше, а в цьому випадку і якість зерна. Нестача фосфорного живлення позначиться на розвитку кореневої системи і зашкодить розвитку репродуктивних органів. Калій необхідний для фотосинтезу рослин.

Із застосуванням інтенсифікаційних прийомів у вирощуванні кукурудзи значно зросла роль добрив (переважно азотних і фосфорних) у забезпеченні високих урожаїв. Поживні фони азоту і фосфору необхідно коригувати з урахуванням таких факторів, як склад гібрида, кількість цих елементів живлення в ґрунті, рівень урожайності та погодні умови протягом вегетаційного періоду.

Загалом фосфорні добрива під кукурудзу менш ефективні порівняно з азотними і значною мірою залежать від кількості рухомого фосфату в ґрунті. Калійні добрива погано діють через високий вміст калію в більшості ґрунтів півдня України. Мінеральні добрива значно впливають на якість зерна кукурудзи [1].

На ранніх етапах органогенезу кукурудзи (сходи – 4-5 листків) дуже важливий високий азотний фон живлення. Також слід звернути увагу на критичний період наявності фосфору, особливо коли досліджувані культури мають 3-4 листки. На наступних етапах росту і розвитку необхідно забезпечити посіви азотним добривом у найважливіший період інтенсивного росту, який починається за 15-20 днів до цвітіння і закінчується після цієї фази. Рослини також потребують фосфорного живлення в кінці вегетації – починаючи з етапів формування зерна та його наливу. Крім того, рослини кукурудзи демонстрували високу потребу в калії протягом майже всього вегетаційного періоду - від початку проростання до викидання рослинами

волоті, тоді як критичний період споживання K_2O спостерігався під час формування та розвитку ниток кукурудзяного качана.

Отже для кожного гібрида кукурудзи в різних групах стиглості необхідно забезпечити мінеральне живлення та створити оптимальну густоту стояння рослин для досягнення максимальної врожайності, повного використання ґрунтово-кліматичних умов і генетичного потенціалу культур, підвищення економічної та енергоефективної складової та зменшення антропогенного навантаження на агроекосистеми.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт та предмет проведення досліджень

При проведенні рослинницьких і сільськогосподарських досліджень необхідно враховувати як природні фактори (температура і вологість повітря, опади тощо), так і людські (густота рослин, використання добрив), які мають значний вплив на продуктивність сільськогосподарських культур. Проблема визначення взаємодії факторів, що вивчаються в таких дослідженнях, виникає на основі сукупності експериментальних даних із взаємозв'язками природного та антропогенного характеру. Крім того, вплив окремих факторів у складних агротехнічних системах пов'язаний із неконтрольованими впливами, такими як метеорологічні умови, шкідники, зміна водно-поживного та повітряного режиму в локальних мікронах полів сівозмін. Польове дослідження буде проведено протягом 2020-2022 років. В умовах господарства Карлівського району Полтавської області, розташованого в лісостеповій зоні України.

Об'єкт досліджень: ріст та розвиток культури, формування врожайності зерна, основні характеристики якості кукурудзи в умовах Лісостепу України.

Предмет досліджень: зернова продуктивність кукурудзи залежить від густоти стояння рослин та кількості внесених добрив, економічна оцінка проведених науково-технічних заходів.

2.2 Ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення досліджень

Дослідження було закладене на полі в умовах фермерського господарства Карлівського району Полтавської області. Як ми всі знаємо, характеристики клімату значною мірою визначаються впливом радіаційних факторів, які зумовлені географічною широтою місцевості, яка визначає показники сонячної радіації. Поверхня поля отримує найбільше сонячної енергії в теплі періоди року, переважно в другій половині весни і влітку. Загальний радіаційний баланс в середньому протягом року додатний, а взимку – від’ємний. Другим чинником, який впливає на характеристики клімату, є фактор атмосферної циркуляції. Рівнинний характер поверхні області сприяє поширенню на її території трьох типів і шести підтипів повітряних мас.

Клімат у лісостеповій зоні помірно континентальний, тепле літо і помірно холодна зима. За даними Полтавської метеостанції, найхолодніший місяць – січень має середню багаторічну температуру $6,1^{\circ}\text{C}$, а найтепліший місяць – липень – середню багаторічну температуру $+20,9^{\circ}\text{C}$. За багаторічними даними середньорічна температура $+7,7^{\circ}\text{C}$. Часто спостерігаються значні відхилення від середнього значення. В окремі роки зимові температури опускаються до -28°C , а інколи піднімаються до $+12^{\circ}\text{C}$.

За середньобагаторічними значеннями сума температури вище $+12^{\circ}\text{C}$ теплого періоду становить 2810°C , а середньодобова температура вище 0°C триває з 25 березня по 16 листопада протягом 240 днів поспіль. Вегетаційний період рослин становить 202 дні - з 8 квітня по 27 жовтня. У деякі роки перші осінні заморозки бувають у жовтні, а останні весняні заморозки — у травні.

Середньорічна багаторічна сума опадів становить 340 мм. Опади випадають нерівномірно. За середньобагаторічними даними, найбільша кількість припадала на липень, а найменша у лютому і березні. Покрив снігу утримується 80 днів з висотою 5-15 см. У кінці березня відбуваються сходи

снігів. Ґрунт промерзає в середньому на глибину 60 см, але в холодні роки може промерзати на глибину 80 см. Відносна вологість повітря протягом вегетаційного періоду коливається в межах 47-59%.

Ґрунтовий покрив формується під впливом помірного клімату, близького до оптимального зволоження, в основному формується на лесово-карбонатних пухких породах, багатих на мінеральне живлення і добрих за фізико-хімічними властивостями. Представлений він чорноземами звичайними, які є родючими ґрунти, але розвивались вони в умовах дефіциту зволоження, тож потребують зрошення. Ґумусований профіль їх менш потужний ніж у чорноземів типових [51].

Кукурудза є дуже вимогливою до гідротермальних умов зростання культурою. Оскільки історична батьківщина кукурудзи це регіони з теплим мусонним кліматом, температурні умови її зростання є важливим елементом високого врожаю. Крім суми активних температур, важливим чинником для досягнення високих урожаїв для неї є волога. Насіння кукурудзи потребує близько 40% вологи для набухання та проростання.

Для характеристики агрометеорологічних умов були використані дані Полтавської метеорологічної станції. Можна зауважити, що різні як самі погодні умови, так і середні багаторічні дані (табл.2.1, 2.2).

Таблиця 2.1

Річні та середньомісячні температури повітря, °С

Роки	Місяці												Середня за рік, °С
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2020	-0.1	0.7	6.8	9	13.6	22	22.4	21.4	18.6	12.5	3.1	-2.3	10.6
2021	-2.6	-5	1.5	8.1	15.5	20.2	24.2	22.7	13.5	8.2	4.2	-1.5	9.1
2022	-2.6	0.8	1	9.4	14.7	20.8	20.5	22.8	13	10.5			11.1
Середня багаторічна	-1.8	-1.2	3.1	8.8	14.6	21	22.4	22.3	15	10.4	3.7	-1.9	9.7

Таблиця 2.2

Сума атмосферних опадів та розподіл їх по місяцях, мм

Роки	Місяці												Сума за рік, мм
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2020	25.3	57.8	21.9	25.1	115.9	67.9	40.4	15.9	21	28.9	41.2	26.8	488.1
2021	78.6	74.2	12.7	53.4	58.5	134.9	18.7	71.2	42.7	5.1	45.9	46.1	642
2022	43.8	24.8	19.2	74.2	30.3	74	109	75.6	76.5	25.1			552.5
Середня багаторічна	49.2	52.3	17.9	50.9	68.2	92.2	56.1	54.2	46.7	19.7	43.6	36.5	587.5

Погодний клімат періоду вегетації кукурудзи протягом досліджуваного відрізка часу мав певні свої особливості. Отже, проаналізувавши погодні умови розвитку періоду 2020-2021 рр., варто зазначити, що агрометеорологічні показники досліджуваних років значно відрізняються, що призводить до певних нетипових умов розвитку кукурудзи в окремі періоди її органогенезу, по-різному впливають на формування продуктивності сільськогосподарських культур і в кінцевому підсумку на врожайність і якість продукції [42].

2.3 Методика проведення дослідження

У експерименті досліджували: середньостиглий гібрид кукурудзи ДКС 4795; густоту стояння рослин – 40 та 50 тис. шт./га; фон мінерального живлення та удобрення – без добрив (контроль), $N_{30}P_{30}$, $N_{60}P_{60}$. Облікова площа земельної ділянки $50,6\text{ м}^2$. Польовий дослід проводили методом розщеплених ділянок у чотириразовій повторності.

Дані урожайності кукурудзи обробляли за методом дисперсійного аналізу для отримання найменшої істотної різниці та зважених ефектів досліджуваних факторів згідно з методики експериментальної роботи

Для фенологічних спостережень встановили час настання певних фаз розвитку рослин, а саме таких як проростання насіння, сходи, утворення 3-5-го листка, 7 листків, 15 листків, цвітіння качанів, формування і досягання зерна молочної, воскової і фізіологічної стиглості. Настанням тієї чи іншої стадії вважали день, коли вона з'явилася у більш ніж 10% рослин, масовим – день, коли вона з'явилася у 75% рослин.

Під час періоду вегетації у рослин проводили біометричні виміри. Їх проведення обумовлювалося виміром висоти рослин, визначенням наростання сирої та сухої надземної маси культур кукурудзи.

Окрім досліджуваних факторів, агротехніка вирощування кукурудзи в досліді є загальноприйнятою для умов України. За допомогою РН-1 під основний обробіток ґрунту за планом випробування вносили аміачну селітру та гранульований суперфосфат, а також у міжрядний обробіток у фазі 4-5 листків вносили 40 кг аміачної селітри.

Як попередник під досліджувану культуру був обраний ячмінь ярий. Дискування було проведено відразу після збирання попередниками (МТЗ-82+БДВП-3,8). Восени було проведено основний обробіток ґрунту, а саме, глибоку оранку на глибину 25-27 см (МТЗ-82+ПЛН-3-35).

У першій декаді квітня при глибині закладення 8-10 см було проведено культивування (МТЗ-82+КПС-4), а також і досходове внесення гербіциду Харнес (3 л/га).

Посів культури проводився до відповідності плану досліді сівалкою СУПН-6 в агрегаті з трактором МТЗ-82 протруєним насінням. Сівба була проведена звичайним рядковим способом з шириною міжряддя 70 см; норма висіву становила 35 та 50 тис. шт. на гектар. Схожість зерна кукурудзи в лабораторних умовах становила 92%, тому при посіві було збільшено кількість зерен на 10% відповідно до кількості посіву.

Посів проводили згідно за протоколом досліді в агрегатуванні трактором МТЗ-82 та сівалкою СУПН-6 протруєним насінням. Висівають

звичайним рядковим посів - ширина міжрядь 70 см, норма висіву 35 і 50 тис. насінин. Схожість зерен кукурудзи на гектар в лабораторних умовах становить 92%, тому при сівбі збільшують кількість зерен на 10% відповідно до висіву.

Після посіву повторно подрібнювали ґрунт ЗККШ-6А. У другій декаді травня провели хімічний контроль бур'янів (Тітус 50 г/га + Діален 0,8 г/га), а також внесли Хармані (200 мл/га).

Гібрид кукурудзи ДКС-4795 (ФАО 380). Оригіном цього гібриду є ТОВ "Монсанто Україна". Цей гібрид є високопродуктивним, а також має розширений комплекс господарсько-цінних ознак.

Основні морфо-біологічні ознаки: висота рослини 250-260 см. Листки прямостоячі. Міцні стебла і потужна коренева система. Качан: висота кріплення 85-95 см, кількість рядів у качані – 16-18 шт., кількість зерен у качані – 512-612 шт., кількість зерен у ряду – 32-34. Зерно: зубовидного типу, маса 1000 зерен – 300-310 г. Має високу продуктивність, потужну кореневу систему і стебла. Сильна посухостійкість і стійкість до хвороб.

Рекомендовано для лісостепів і степів України. Гібриди є цінними для управління ризиками в цій групі стиглості завдяки своїй стабільності та стійкості до стресових умов. Рекомендований час посіву – кінець квітня та початок травня. Необхідно уникати ранніх посівів (початкова енергія росту – середня) та пізніх посівів (висока вологість під час збирання). Рекомендована передзбиральна густина: 55-60 тис. шт./га (посушливі умови), 70-75 тис. шт./га (добре зволожені зони).

Отже, аналіз наведених даних дозволяє зробити висновок, що ґрунтово-кліматичні умови лісостепової зони України повністю задовольняють біологічним вимогам і особливостям кукурудзи, однак потенціал культури внаслідок дефіциту атмосферних опадів на фоні високого температурного режиму, потенційна можливість культури не завжди має змогу повністю реалізуватися.

РОЗДІЛ 3

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

Базисною умовою формування високоврожайного кукурудзяного зерна є створення позитивних умов для росту і розвитку рослин від раннього етапу органогенезу (проростання насіння) до пізньої вегетації (до збирання). Абсолютне збільшення надземної маси рослин (вологої і сухої речовини) сильно залежить від температурного режиму і стану води. Максимальна сира маса рослини формується на етапі молочної стиглості зерна. Тобто максимальний час збору врожаю зеленої кукурудзи буває раніший від рекомендованої найкращої дати збирання цієї культури на силос. Загальна частка сухої речовини, накопиченої до періоду стиглості молочного зерна, становить лише 20-30% від загальної частки, а максимальний її обсяг формується в кінці вегетації (кінець воскового періоду – початок повної стиглості зерна).

Інтенсивність і тривалість виробничого процесу мають вирішальне значення для досягнення високого рівня продуктивності кукурудзи, забезпечуючи дружні одночасні сходи, швидке збільшення площі листя, затінення ґрунту та придушення появи бур'янів, що в кінцевому підсумку позитивно впливає на врожайність і якість зерна.

Запланованого рівня збору врожаю можна досягти шляхом створення сприятливих умов для виробничого процесу культур кукурудзи, насамперед, формування густоти стояння рослин та забезпечення фону внесення добрив, що при зрошенні в умовах позитивного впливу дозволить отримати найвищий ступінь продуктивності та віддачі сільськогосподарських ресурсів.

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

Досліди довели, що процес росту кукурудзи визначається погоднокліматичними умовами, які вивчаються протягом багатьох років (табл. 3.1).

Визначено, що календарні строки і тривалість життєвого циклу рослини суттєво змінюються під впливом погодних умов у період вегетації.

Вимірюючи висоту рослин кукурудзи, можна визначити вплив досліджуваних факторів на формування цього показника (табл. 3.2). Підвищена густина рослин призводить до поступового збільшення лінійної висоти рослин у період цвітіння через загострення конкуренція серед рослин кукурудзи.

Таблиця 3.1

Тривалість фаз росту та розвитку рослин кукурудзи та їх календарні дати

Фази росту і розвитку рослин	Дати настання по роках досліджень			Середня тривалість, днів
	2020	2021	2022	
Строки сівби	10.05	14.05	03.05	-
Повні сходи	19.05	27.05	17.05	11
3-5 листків	30.05	08.06	25.05	11
7 листків	15.06	23.06	10.06	15
15 листків	05.07	09.07	01.07	18
Цвітіння	18.07	20.07	16.07	12
Молочна стиглість зерна	11.08	12.08	07.08	22

Продовження табл. 3.1

Воскова стиглість зерна	02.09	28.08	24.08	18
Повна стиглість зерна	20.09	22.09	17.09	17
Сходи - цвітіння, днів	57	51	57	55
Період вегетації, днів	112	105	115	113

Таблиця 3.2

Висота рослин кукурудзи у фазу цвітіння залежно від густоти стояння та фону живлення, см (середнє за 2020-2022 рр.)

Густота стояння рослин, тис. шт./га	Удобрення		
	без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀
40	185	198	203
50	190	202	205

Добовий приріст у висоту рослин кукурудзи в першому півріччі був нерівномірним. На початку вегетації (сходи – 7 листків) значення цього показника нижче і коливається від 1,25 до 1,57 см/добу.(табл. 3.3). Водночас із збільшенням фону живлення за азотом і фосфором добовий приріст рослин демонстрував очевидну тенденцію до зростання.

Таблиця 3.3

**Середньодобовий приріст рослин кукурудзи залежно від густоти
стояння рослин та внесення добрив, см (в середньому за 2019-2020 рр.)**

Густота стояння рослин, тис. шт./га	Удобрення		
	без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀
Сходи – 7 листків			
40	1.25	1.27	1.35
50	1.3	1.32	1.35
7 – 15 листків			
40	2.68	2.79	2.97
50	2.95	3.18	3.38
15 листків – цвітіння			
40	3.05	3.13	3.19
50	3.18	3.23	3.31

Підвищення густоти стояння рослин від 40 шт./га до 50 тис. шт./га з фази 7 листків сприяло значному щоденному приросту висоти рослин на 3,7-8,4%, а у міжфазі від 15 листків до цвітіння приріст дорівнював 4,9-10,5%.

Внесення різних доз азотних та фосфорних добрив становило 3,3-9,1% і 7,8-9,7% відповідно в середньодобовому прирості рослин між двома міжфазними періодами дослідження.

3.2 Динаміка накопичення сирої маси та сухої речовини

Проведені дослідження дозволили виявити вплив різного вибору густоти стояння рослин і внесення добрив на процес накопичення основних поживних речовин у досліджуваних культурах.

Найвище значення цього показника за роки проведення дослідів є середнім при густоті стояння рослин 50 тис. шт./га і фоні мінеральних поживних речовин $N_{60}P_{60}$ на стадії зернової стиглості (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Сира надземна біомаса кукурудзи залежно від досліджуваних факторів у фазі повної фізіологічної стиглості зерна, т/га

Густота стояння рослин, тис. шт./га	Удобрення		
	без добрив (контроль)	$N_{30}P_{30}$	$N_{60}P_{60}$
40	53	62	67
50	56	68	72

За густоти стояння максимальне значення початкової маси рослин було отримано при густоті стояння 50 тис. шт./га.

Застосування фону мінерального підживлення – $N_{60}P_{60}$ сприяло отриманню найбільшої вихідної надземної біомаси – 72 т/га, що на 4 т/га більше дослідного варіанту, де використовувалася менша доза мінерального живлення, та на 16 т/га перевищує даний показник у контрольному варіанті. Мінімальна сировинна маса накопичена на контрольному варіанті (не удобреному), де показник становить 53-56 т/га.

Наслідками польових досліджень показують, що накопичення якості поживних речовин у рослинах кукурудзи сильно залежить від густоти рослин і фону мінеральних поживних речовин.

Застосування різних варіантів густоти стояння також впливає на формування початкової біомаси культурних рослин. Максимальне значення цього показника становить 72 т/га за густоти формування рослинності 50 тис. шт./га.

Найбільший приріст сирої надземної маси під посіви кукурудзи забезпечувався при аналізі внесення добрив різного фону. Виявлена

наступна тенденція, що цей показник зростає зі збільшенням дозування добрив. Максимальний приріст вихідної надземної маси – 68-72 т/га визначено за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}$.

Динаміка накопичення сухої речовини відображала тенденції, встановлені при аналізі показників сухої маси кукурудзи, однак до кінця вегетації також проявилися деякі відмінності в цих показниках.

Суша маса рослин досягає найбільшого значення при повній стиглості. При аналізі відмічено вплив густоти формування рослин та фону мінерального удобрення на урожай сухої речовини з одиниці посівних площ.

Максимальний урожай сухої речовини становить 24 - 25 т/га. У розрізі мінерального живлення $N_{60}P_{60}$ максимальний урожай сухої речовини з одиниці посівної площі в багаторічному дослідженні забезпечувала густота рослин 50 тис. шт./га (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вихід сухої речовини з одиниці посівної площі залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення на етапі повної стиглості зерна, т/га

Густота стояння рослин, тис. шт./га	Удобрення		
	без добрив (контроль)	$N_{30}P_{30}$	$N_{60}P_{60}$
40	19	22	24
50	21	25	26

Підвищити врожайність кукурудзи можна лише шляхом збільшення накопичення органічної речовини, що утворюється в процесі фотосинтезу.

Отже, створення оптимальних умов для фотосинтетичної діяльності, тобто ефективного функціонування асиміляційної поверхні листка, може досягти цієї мети. Щоб рослини могли нормально здійснювати фотосинтез, вони повинні утворювати асиміляційну поверхню з великою площею. Згідно

з дослідженнями вітчизняних вчених визначено вплив площ листової продукції, призначених для виробництва органічної речовини, на урожайність зерна та загальну біомасу листя за рахунок фотосинтетичного процесу, який знаходиться на дуже низькому рівні.

Варіації густоти стояння рослин і ширини міжрядь можуть оптимізувати фотосинтез посівів, підвищити ефективність поглинання сонячної радіації, активізувати процеси накопичення органічної речовини, підвищити врожайність зерна та прокачати його якість.

Загальновідомо, що найбільше накопичення сухої речовини в рослинах кукурудзи відбувається за рахунок фотосинтезу в листі. Фотосинтетичний потенціал сільськогосподарських культур визначається агротехнікою, яка використовується при вирощуванні та формуванні врожаю кукурудзи.

Найбільше на процес фотосинтезу вплинуло застосування добрив із часткою впливу 51,8%.

Таким чином, збільшення густоти рослин призвело до поступового зростання лінійної висоти рослин у період цвітіння через посилення конкуренції між рослинами кукурудзи.

Максимальна врожайність первозданної надземної якості кукурудзи на рівні 72 т/га забезпечує посів при густоті рослин 50 тис. шт/га та внесенні доз добрив ($N_{60}P_{60}$), яка на 16 т/га перевищувала неудобрений контроль.

Максимальна врожайність сухої речовини була в межах 21-26 т/га при густоті рослин 50 тис. шт./га та фону поживного удобрення $N_{60}P_{60}$. У досліджах виявлен закономірність, при якій урожай сухої речовини зростав із збільшенням густоти стояння рослин від 40 до 50 тис. шт./га.

3.3 Формування урожайності зерна кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення

Полеві дослідження, проведені в Україні та за її межами, показали, що величина кількості врожаю кукурудзи є одним із основних економічно-господарських показників ефективності використання генетичного потенціалу кожного гібрида. Залежно від впливу різних факторів зовнішнього середовища перед посівом і протягом вегетаційного періоду інтенсивність процесу посіву кукурудзи може значно змінюватися, в основному на це впливає кількість атмосферних опадів, показники температур і вологості повітря, вміст поживних речовин у ґрунті, ріст і розвиток гібрида кукурудзи, динамічні зміни з часом вегетації тощо.

Основним показником, який визначає ефективність виробництва зерна, в тому числі, раціональне використання енергії вологості зерна в процесі посіву кукурудзи та сушіння качанів кукурудзи. При вирощуванні кукурудзи цей показник може суттєво коливатися під впливом агротехнічних факторів, а також природних факторів, особливо погодних умов у окремі роки [41].

Слід зазначити, що формування відмінного високоврожайного зерна кукурудзи визначається такими найважливішими структурними елементами, як маса тисячі зерен, довжина і діаметр качана. Ці структурні елементи продуктивності рослин також визначають показники якості зерна.

Дослідженнями встановлено залежність між густотою стояння рослин і врожаєм зерна. Так, урожайність зерна зростає до найбільшого значення (82,6%) за густоти стояння 40 тис. рослин/га.

Збільшення густоти до 50 тис. рослин/га призвело до зниження врожайності зерна – аж на 82,3%.

Порівняно з контролем без підживлення та внесення добрив можна збільшити врожайність зерна в середньому на 6,31 %.

Заносення мінерального удобрення призвело до підвищення врожайності зерна з 77,1 – 78,4 % у контрольному варіанті та до 82,3 – 82,6 % при внесенні удобрення (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Вихід зерна з качанів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення, %

Густота стояння рослин, тис. шт./га	Удобрення		
	без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀
40	78.4	80.6	82.6
50	77.1	79.9	82.3

Внесення мінеральних добрив характеризувалося середньою прибавкою врожаю зерна на 2,3-5,5 % порівняно з контролем. Найбільшу середню врожайність (84,1%) кукурудзи на качани забезпечило застосування найбільшої в досліді дози азотних і фосфорних добрив.

Важливими з точки зору формування зернової продуктивності кукурудзи є показники якості і маси 1000 зерен, які мають широкий діапазон значень (табл. 3.7).

Крім того, для досліджуваних культур була визначена кореляція між утворенням маси 1000 зерен і ступенем варіації густоти рослин. Найвищий рівень досліджуваного показника досягався за густоти рослин 50 тис. рослин/га.

Внесення різних доз азотних і фосфорних добрив мало прямий позитивний вплив на масу 1000 зерен. Дослідження показали, що 1000 зерен мають масу 341 грам, що є максимальним результатом. Зміни оглядових показників тісно пов'язані з густотою стояння рослин. Так, за густоти стояння 50 тис. шт./га маса 1000 зерен досягла свого максимуму – зросла з 324 до 347 грамів. Зі збільшенням густоти спостерігалось пропорційне

зниження досліджуваних показників. Мінімальні значення отримано при густоті рослин 80 тис. рослин/га – 310-333 грами. Внесення мінеральних добрив збільшило масу 1000 зерен.

Таблиця 3.7

Маса 1000 зерен кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону живлення, г

Густота стояння рослин, тис. шт./га	Удобрення		
	без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀
40	299	306	316
50	297	305	309

У досліджах встановлено обернену залежність між масою 1000 зерен зерна та ступенем загущення рослин. Виявляється, чим більша густота рослин, тим нижча якість 1000 зерен

Внесення азотних і фосфорних добрив позитивно вплинуло на біометричні показники качанів кукурудзи. Так, на неудобрених контрольних варіантах досліджувані показники в середньому становили відповідно 23,5 і 3,9 см, а за внесення мінеральних добрив – зростали на 4,7-10,6 і 10,3-28,2% відповідно.

Аналіз отриманих даних показав, що максимальна довжина качана становила 28,2 см за норми добрива N₆₀P₆₀ за густоти стояння 50 тис./га

Удобрення мінеральними речовинами підвищило врожайність зернових культур у середньому на 1,2 т/га порівняно з контролем (табл. 3.8). Максимальна середня урожайність зерна культури становила 6,4 т/га за внесення дози N₆₀P₆₀.

Таблиця 3.8

**Урожайність зерна кукурудзи залежно від густоти стояння рослин
та удобрення, т/га**

Густота стояння рослин, тис. шт./га	Удобрення		
	без добрив (контроль)	N ₃₀ P ₃₀	N ₆₀ P ₆₀
40	4.7	5.5	5.7
50	5.2	6.1	6.4

3.4 Якість зерна кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення

Підвищуючи врожайність кукурудзи, важливо також покращувати якість зерна. Кукурудзяні зерна містять білки, вуглеводи, вітаміни, жири та мінеральні речовини. Вуглеводи є найважливішою частиною кукурудзяного зерна. Їх частка в харчових продуктах може досягати 80%, основними з них є крохмаль, цукор, клітковина, геміцелюлоза, пентозан. Для зерна, що використовується в харчуванні людей і тварин, крохмаль є джерелом енергії.

Інтенсивне сонячне світло та невеликий дефіцит доступної вологи сприяють зерну кукурудзи з високим вмістом білка.

Надлишок опадів під час формування зерна врожаю негативно впливає на його якість.

У наших дослідях крім урожайності зерна кукурудзи, оцінювали і якість продукції. Встановлено, що якісні характеристики зерна культури залежали від густоти стояння рослин та удобрення (табл. 3.9).

Показники якості зерна кукурудзи різною мірою змінювалися під впливом досліджуваних факторів.

Таблиця 3.9

Вплив удобрення на показники якості зерна кукурудзи, %

Удобрення	Вміст білка	Вміст крохмалю	Вміст жиру
без добрив (контроль)	8.1	72.5	5.3
N ₃₀ P ₃₀	8.3	72.3	4.6
N ₆₀ P ₆₀	8.3	71.7	4.6

Збільшення кількості добрива сприяє утворенню більшої кількості білка в зернах кукурудзи. Протилежна тенденція спостерігалася за вмістом крохмалю та жиру.

Під впливом досліджуваних факторів змінювався вміст білка, крохмалю та жиру в зерні. У середньому, виходячи з аналітики досліджень, зерна кукурудзи містять 4,6-5,3% жиру, залежно від варіанту дослідіду.

Видно, що під впливом досліджуваних чинників показники якості зерна кукурудзи різною мірою змінювалися. Вміст білка в зерні збільшився до 8,3%. Також збільшення дози добрива сприяє утворенню більшої кількості білків в зернах культури. У всіх варіантах дослідіду збільшення густоти рослин і фонового живлення призводило до зниження жирності зерна.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Сучасні питання підвищення стійкості українського аграрного виробництва в умовах економічної нестабільності тісно пов'язані з прогнозуванням виробничих процесів в агропромисловому комплексі. У зв'язку з цим особливого значення набуває економічний аналіз, заснований на статистичних законах і залежності виробництва рослинної продукції з факторів виробничих характеристик. Необхідність урахування впливу великої кількості динамічних факторів (біологічних, ґрунтових, метеорологічних, агротехнічних, економічних та інших) на продуктивність рослин диктує необхідність впровадження системного підходу на основі економічного аналізу до управління формуванням врожаю, враховуючи конкретні особливості кожного господарства, що має справу з несприятливими факторами навколишнього середовища - зміна клімату, відсутність опадів, висока температура, посуха [6].

На основі сукупності результатів нашого дослідження було проведено відповідні економічні розрахунки для визначення оптимального поєднання досліджуваних факторів і варіантів, а також вірогідності розробки елементів азотних і фосфорних добрив, рекомендованих для виробництва технологій вирощування кукурудзи. Для економічних розрахунків використовуються курси валют, складені за період 2020-2022 років. Крім того, у цей же період використовувалися ринкові ціни на сільськогосподарські ресурси: паливно-мастильні матеріали, добрива, пестициди, насіння тощо.

Дослідженнями, проведеними в період 2020-2022 рр. встановлено, що для всіх варіантів дослідження спостерігалася залежність економічних показників від зміни густоти стояння рослин та фону мінерального живлення (табл. 4.1).

Відповідні розрахунки проводили окремо для густоти рослин і фону мінеральних поживних речовин, щоб встановити сукупний вплив на економічну вигоду від вирощування кукурудзи. Економічний аналіз підтвердив, що найвища вартість валової продукції була в діапазоні 66,3-67,2 грн./га при густоті стояння 50 тис. шт./га та нормах добрив $N_{30}P_{30}$ та $N_{60}P_{60}$.

Для контрольного варіанту кукурудзи при густоті рослин 40 тис. шт./га результат за вартістю валової продукції був найнижчим (55,9 тис. грн./га). (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення (середнє за 2020-2022рр.)

Удобрєння		Без добрив (контроль)		$N_{30}P_{30}$		$N_{60}P_{60}$	
Густота стояння рослин, тис. шт./га		40	50	40	50	40	50
Урожайність, т/га		4.7	5.2	5.5	6.1	5.7	6.4
Економічні показники	вартість валової продукції, тис. грн/га	55.9	60.6	61.1	66.3	61.1	67.2
	витрати на вирощування основної продукції, тис. грн/га	26.8	27.4	27.9	30.1	29.4	30.2
	собівартість, тис. грн/т	2.25	2.12	2.14	2.13	2.26	2.11
	чистий прибуток, тис. грн/т	29.2	33.3	33.3	36.2	31.8	37.1
	рівень рентабельності, %	109.1	121.7	119.4	120.5	109.2	122.9

Виробнича собівартість зерна кукурудзи коливалася менше, і було виявлено тенденцію до зниження цього економічного показника при мінімальній густоті прямостоячих рослин і, навпаки, до збільшення вартості в міру розвитку густоти стояння.

За густоти рослин 50 тис. шт./га з удобренням $N_{60}P_{60}$ мінімальна собівартість продукції становить 2,11 тис. грн/т.

У цьому варіанті також спостерігався вищий умовний показник чистого прибутку – 37,1 тис. грн/га. У сорту, який вирощувався при густоті насадження 50 тис. шт./га на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{60}$, досягнуто найвищого рівня рентабельності – 122,9%. Найнижчий рівень рентабельності (109,1%) встановлено на контрольному варіанті з густотою рослин 40 тис. шт./га.

Таким чином, економічні розрахунки показують, що найбільша загальна собівартість продукції 67,2 тис. грн./га у варіанті з густотою стояння 50 тис. шт./га за внесення добрив у дозі $N_{60}P_{60}$.

Найнижче значення собівартості продукції 2,11 тис. грн/т. Умовний чистий прибуток становив 37,1 тис. грн/га при найвищому показникові виробничої рентабельності – 122,9%.

РОЗДІЛ 5

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Агротехнологічне забруднення – це антропогенне явище, яке полягає у накопиченні надлишкової кількості шкідливих речовин у ґрунтах та водах, забрудненні біосфери внаслідок застосування нераціональних способів землеробства та порушенні екосистеми [2].

Незважаючи на те, що в порівнянні з промисловістю та транспортом аграрний сектор впливає на природу набагато меншою мірою, існує низка екологічних проблем, безпосередньо пов'язаних із сільським господарством:

1. Серед основних проблем землеробства можна виділити насамперед факт розорювання величезних територій та вирубування лісів під поля та сіножаті. При видаленні природного рослинного шару структура ґрунту починає змінюватися, відбувається вивітрювання родючого шару та зневоднення внаслідок того, що рослини перестають затримувати ґрунтові води.

2. Використання хімічних речовин для удобрення та знищення шкідників у великих дозуваннях забруднює ґрунт і призводить до накопичення шкідливих речовин не тільки в самій землі, а й у тих рослинах, які на цій землі виростають, а також у м'ясі та молоці тварин, які вживають такі рослини для харчування.

3. Не можна списувати з рахунків та викиди від сільськогосподарської техніки, яка активно використовується у виробництві сільгосппродукції та забезпечує атмосферу своєю порцією вихлопних газів.

У процесі сільськогосподарської діяльності в навколишнє середовище потрапляють речовини, що так чи інакше впливають на природу та на людину:

1. Пестициди. Спочатку розроблені для знищення всього небажаного – бактерій, бур'янів, шкідників, грибків та плісняви. Пестициди по суті своїй,

можна сказати є отрутою. До дії отрути схильні також і нешкідливі істоти, знищити яких мета не ставилася: корисні бактерії та комахи, птахи і навіть тварини. Через знищення мікрофауни уповільнюються процеси засвоєння рослинами поживних речовин, крім того, отрути мають властивість накопичуватися у підсумковій сільгосппродукції та потрапляти до нас на стіл.

2. Добрива. Добрива низької якості на базі фосфору або інших хімічних сполук можуть мати цинк, кобальт, кадмій та інші важкі метали. Вони діють за наступною схемою : накопичуються в продуктах, в організмі людини і завдають шкоди здоров'ю.

3. Нітрати. Використання селітри для добрива та підвищення врожайності обумовлено необхідністю азотних сполук у життєдіяльності рослин. Однак надмірна кількість нітратів є небезпечною для здоров'я.

Для нейтралізації або хоча б зниження впливу перерахованих вище факторів корисні наступні способи:

1. Зниження обсягів промислових викидів. На перший погляд, це не має відношення до сільського господарства, проте чим менше в повітрі продуктів горіння тим менше утворюється шкідливого аерозолу з аміачних газів. При такому розкладі допустимо буде навіть деяке збільшення об'ємів азотних сполук у повітрі – головне, щоб їм не було з чим реагувати.

2. Використання натуральних добрив у розумних дозах. Цей спосіб може здатися збитковим, оскільки досягти таких же вражаючих показників врожайності на суто натуральних добривах набагато складніше, ніж на хімії. Однак вартість екологічно чистої продукції останнім часом зростає через її затребуваність, і такий спосіб ведення сільського господарства цілком може бути вигідним.

3. Знищення шкідників без хімії. Наука не стоїть на місці, і з'являються нові способи відвадити небажаних відвідувачів полів.

4. Грамотна робота із відходами. Висока якість знешкодження продуктів сільськогосподарської діяльності – це важливий етап на шляху збереження екології не на шкоду продуктивності. Фільтрація та знезараження стоків, очищення ґрунтів, збереження лісів як природні фільтри – все це дозволить знизити рівень сільськогосподарського забруднення навколишнього середовища [26].

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

Основні положення про охорону праці в Україні сформульовані та регламентовані Конституцією України (Основним Законом), Кодексом законів про працю, «Законом про охорону праці» та нормативно-правовими актами, які розроблені на їх основі (указами Президента, постановами Уряду, правилами, положеннями, розпорядженнями, стандартами, інструкціями та інші документи). Основи політики України в галузі охорони праці відображені в Законі «Про охорону праці» [24].

Аграрний сектор входить до списку галузей, що характеризуються найвищими ризиками для працівників. Тому управління охороною праці в цих господарствах набуває особливого значення. Проте достатнього рівня безпеки персоналу під час виконання посадових обов'язків неможливо досягти, якщо зусилля у цьому напрямі здійснює лише одна сторона: виконувати чинні вимоги зобов'язані як працівники, так і роботодавці.

Сільськогосподарська галузь має унікальні небезпеки, які можуть мати негативний вплив як на працівників, так і на підприємства.

Приклади таких небезпек включають, але не обмежуються: хімічна дія, гострі предмети, надмірний шум, важкі предмети, небезпека падіння, літаючі уламки, іонізуюче та неіонізуюче випромінювання, професійні хвороби або пошкодження при вдиханні, всмоктуванні, ковтанні, ін'єкції або механічному впливі.

Впровадження методик охорони праці в сільському господарстві є найкращою стратегією для подолання багатьох ризиків, які можуть наражати працівників на травми та хвороби [15].

Високий рівень виробничого травматизму та появи профзахворювань у працівників сільськогосподарської сфери пов'язаний із тим, що на них

впливає безліч небезпечних факторів ризику. Їх можна поділити на такі групи:

- фактори, пов'язані з роботою машин та механізмів. Навіть використовуючи справне обладнання, працівник ризикує отримати випадкове пошкодження через контакт з частинами техніки, що рухаються, або, наприклад, падіння предметів, викликаного роботою сільськогосподарської машини. Такі ризики багаторазово підвищуються у разі експлуатації несправної техніки, а це теж трапляється, оскільки обсяг вільних коштів у аграрних підприємств часто буває недостатнім для обслуговування та ремонту обладнання;

- негативні природні та кліматичні фактори. Ці роботи часто виконуються на відкритому повітрі, де співробітник піддається впливу високих температур, підвищеної вологості та ін.;

- необхідність контакту з небезпечними хімікатами, що використовуються у сільському господарстві як добрива, інсектициди тощо;

- ризик інфікування небезпечними захворюваннями при контакті з хворими тваринами;

- високий рівень тяжкості та напруженості праці, зумовлений специфічним характером сільськогосподарських робіт, у тому числі їх сезонністю;

- інші фактори.

Перелічені шкідливі чинники виробничого середовища, притаманних агросектору, мають об'єктивну природу. Однак це далеко не повний список потенційних загроз, які впливають на працівника. Не менше, а часом і більше значення мають чинники, що мають антропогенний характер, коли працівник чи роботодавець порушують чинні правила з охорони праці в сільському господарстві. Це посилює негативний вплив на персонал і ставить під загрозу його життя та здоров'я [44].

Для мінімізації такого негативного впливу у законодавстві приділено особливу увагу профілактиці виробничого травматизму та профзахворювань в аграрному секторі. Звичайно, загальні питання організації безпечної праці в галузі, як і в інших галузях, регулюються положеннями Трудового кодексу. Однак для сільського господарства розроблено додаткові нормативні акти, що враховують специфіку аграрної праці. Ці правові акти встановлюють низку нормативів, що забезпечують безпеку роботи персоналу у сільськогосподарському секторі. Охорона праці сільському господарстві 2022 року включає такі напрямлення:

- вимоги до організації робочого процесу, території та робочих місць, а також вимоги до обладнання. Виконання цих вимог має бути під контролем роботодавця;

- вимоги до працівників;

- додаткові вимоги щодо окремих видів работ.

Для мінімізації можливої шкоди, заподіяної працівникам впливом негативних чинників, роботодавець зобов'язаний докладати всіх зусиль підвищення рівня автоматизації і механізації робочих процесів, і навіть наскільки можна виключити взаємодія працівників з машинами, механізмами, небезпечними хімічними речовинами та інші загрози. Допускати до роботи дозволяється лише співробітників, які пройшли спеціальну підготовку, за умови наявності документів, що це підтверджують. Для проведення робіт із підвищеним рівнем небезпеки необхідно організувати систему видачі допусків.

Працівникам, які в силу посадових обов'язків вступають у контакт з машинами, хімічними речовинами та ін., що становитимуть загрозу їхньому здоров'ю, мають бути надані засоби індивідуального та колективного захисту за рахунок роботодавця. Обладнання, що надається роботодавцем для роботи, має бути справним, важливо, щоб воно своєчасно проходило технічне обслуговування та запобіжний ремонт, передбачений виробником.

Також роботодавець має забезпечити для персоналу раціональне поєднання режимів праці та відпочинку. За своєю ініціативою він може впроваджувати на підприємстві додаткові нормативи у сфері охорони праці персоналу, якщо вони не суперечать вимогам чинного законодавства.

Використання ЗІЗ співробітниками підприємств аграрної промисловості визначається шляхом проведення оцінки небезпеки на робочому місці. Результати оцінки будуть вказувати, які ЗІЗ необхідні, спираючись на визнані небезпеки для кожного конкретного завдання, призначеного співробітнику. ЗІЗ, хоч і видаються в рамках заходів з охорони праці, але не є заміною для технічних засобів контролю, адміністративного контролю або безпечних робочих процедур, але використовуються разом з цими засобами управління. Звичайні приклади засобів індивідуального захисту включають хімічно стійкі рукавички, латексні рукавички, захисні окуляри, лабораторні халати, фартухи, захисні маски, респіратори та засоби захисту органів слуху, і це лише деякі з них [2].

Працівники зобов'язані виконувати чинні вимоги, які передбачає хорона праці для підприємства аграрного господарства. Зокрема в їх обов'язок входить:

- своєчасне проходження навчання з безпеки робіт відповідно до графіка, затвердженого роботодавцем;
- виконання посадових інструкцій, у тому числі в частині організації робіт та експлуатації обладнання;
- правильне використання індивідуальних та колективних захисних засобів;
- інформування безпосереднього керівника про будь-які позаштатні ситуації під час роботи.

Дотримання цих вимог суттєво підвищує рівень безпеки працівників сільського господарства.

ВИСНОВКИ

За результатами польових дослідних робіт та урожайно-економічного аналізу визначено фактори оптимізації технології вирощування кукурудзи, характеристики впливу густоти стояння сільськогосподарських рослин і фону мінерального удобрення, основні закономірності формування продуктивності сільськогосподарської культури на основі чого зроблено наступні висновки:

1. Встановлено, що особливості погодних умов та кліматичні характеристики у період вегетації мають прямий вплив на тривалість міжфазних періодів та їх календарні дати. За густоти стояння 50 тис. шт./га показник висоти рослин кукурудзи гібрида ДКС 4795 у фазі цвітіння в середньому дорівнював 204 см. Внесення азотних і фосфорних добрив суттєво (на 4,1-13,9%) збільшило висоту рослини.

2. Визначено, що максимальна кількість сирової надземної маси становить 72 т/га. Визначено максимальну кількість сухої речовини в межах 19-26 т/га. Виявлено тенденцію до збільшення виробництва сухої речовини при покращенні фону мінеральних поживних речовин і збільшенні густоти рослин з 40 до 50 тис. шт./га.

3. Найбільшою була довжина качана 28,2 см, яку визначали за густоти стояння 50 тис. шт./га та внесенні добрив у дозі $N_{60}P_{60}$. Як наслідок максимальні врожаї зерна качанів кукурудзи забезпечуються за густоти посіву 50 тис. шт./га.

4. Найвищий рівень урожайності вирощеного зерна, а це 6,4 т/га отримано при вирощуванні за внесенням добрив в кількості $N_{60}P_{60}$ та за густоти стояння рослин 50 тис. шт./га. Внесення мінерального удобрення підвищувало врожайність зерна в середньому на 0,9-1,2 т/га порівняно з контролем.

5. Визначено, що основні показники, що визначають якість зерна кукурудзи, під впливом досліджуваних факторів змінювалися різною мірою. Вміст білка в зерні був рівний 8,1-8,3%. Збільшення кількості добрива сприяє утворенню більш високої кількості білка в зернах кукурудзи. Така ж тенденція спостерігалася і за вмістом крохмалю в зерні – 71,7-72,5%. Була незначна різниця у вмісті жиру, який коливався в межах 4,6-5,3%. Підвищена густина стояння рослинності і збільшене фонове живлення знижували вмісту жиру в зерні у всіх варіантах дослідю.

6. Встановлено, що опрацьовані елементи технології для вирощування кукурудзи на зерно мають суттєвий вплив на основні економічні показники. Так, рівень собівартості в контролі склав 2,25 тис. грн/т, знизився до 2,12 тис. грн/т за густоти рослин 50 тис. шт./га, а при внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}$ собівартість була рівною 2,11 тис. грн./т. Умовний чистий прибуток мав коливання від 29,2 до 37,1 тис. грн./га. Найвищий рівень рентабельності 122,9% досягнуто при густоті рослин 50 тис. шт./га на мінеральному живленні $N_{60}P_{60}$. Мінімальний рівень рентабельності (109,1%) встановлено при контрольному варіанті за густоти 40 тис. шт./га. У варіанті з густотою стояння рослин 50 тис. шт./га та при удобренні $N_{60}P_{60}$ є максимальна вартість валової продукції, а саме 67,2 грн/га.

Отже, для отримання високого рівня продуктивності гібрида кукурудзи ДКС 4795 рекомендується вирощувати його при густоті стояння рослин 50 тис. шт./га та при мінеральному удобренні $N_{60}P_{60}$.

Список використаних джерел

1. Агрохімія : підручник / Городній М. М. та ін. Київ : Алефа, 2003. 778 с.
2. Артамонов Б. Б. Міронов Н. Г. Екологічна експертиза : навч. посіб. Львів : Новий Світ, 2012. 144 с.
3. Балаєв А. Д., Піковська О. В. Використання соломи у відновленні родючості ґрунтів. Київ : ТОВ «ЦП Компрінт», 2016. 244 с.
4. Бикін А. В., Тарасенко О. В. Вологозабезпечення рослин кукурудзи за внесення мінеральних добрив і прямої сівби. Київ : Центр учбової літератури, 2014. С. 130–134.
5. Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи : монографія / В. В. Іванишин, М. В. Роїк, І. А. Шувар, Л. В. Центило, В. М. Сендецький, О. М. Бунчак, Н. М. Колісник та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2016. 284 с.
6. Бойко В. І. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва) : монографія. Київ : ННЦ "Інститут аграрної економіки", 2008. 400 с.
7. Гож О. А., Марченко Т. Ю., Глушко Т. В. Застосування мікродобрив – резерв підвищення врожаю зерна кукурудзи. Онтогенез - стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах : зб. наук. праць за матеріалами Міжнар. наук. конф. (м. Херсон, 20–22 черв. 2014 р.). Херсон, 2014. С. 31–32.
8. Гродзінський А. М. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник. Київ : Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. 544 с.
9. Гудзь В. П., Примак І. Д., Рибак М. Ф., Міщенко Ю. В. Адаптивні системи землеробства : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 336 с.
10. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю., Кирпа М. Я., Алдошин А. В., Сатарова Т. М., Черенков А. В., Ляшенко Н. О., Боденко Н. А. Насінництво кукурудзи: навчальний посібник. Київ : Аграрна наука, 2019. 200 с.
11. Дем'янчук Олександр Петрович. Продуктивність та кормова цінність різностиглих гібридів кукурудзи залежно від строку сівби і позакореневого підживлення в умовах Лісостепу України: автореферат дис... канд. с.-г. наук: 06.01.12. - К., 2006. - 20 с.
12. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: навч. посібник / В.Д. Паламарчук, О.В. Климчук, І.С. Поліщук, О.М. Колісник, А.Ф. Борівський. Вінниця : Нілан, 2010. 636 с.
13. Жатков О. Г. Рослинництво з основами програмування врожаю. Київ : Урожай, 1955. 256 с.

14. Законодавство України про охорону праці : У 3-х т. Збірник норм. документів. Київ : КМ, 1997. 384 с.
15. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2021. 264 с.
16. Заришняк А.С., Балюк С.А. Наукові основи оптимізації живлення рослин у сучасних системах землеробства. Харків : Інститут ґрунтознавства, 2019. 40 с.
17. Ілюстрований термінологічний словник з ботаніки (генеративні органи рослин) / автор-укладач В. В. Перерва. Кривий Ріг: КДПУ, 2019. 71 с.
18. Ідентифікація ознак кукурудзи / за ред. В. В. Кириченка. Харків : ПрофКнига, 2007. 138 с.
19. Ківер В. Х., Онопрієнко Д. М. Вплив фертигації на продуктивність кукурудзи. Дніпро : Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету, 2012. С. 32-37.
20. Ківер В. Х., Онопрієнко Д. М. Ефективність водозберігаючих режимів зрошення кукурудзи при інтенсивній технології вирощування : збірник наукових статей / за ред. Є . М. Лебідя, І. А. Пабата. Дніпро : Пороги, 1995. С. 66–70.
21. Кіпчач Ф. С. Метризація екологічного стану земельних ресурсів лісостепових ландшафтів : монографія. Львів : нац. ун-т ім. І. Франка, 2002. 118 с.
22. Князюк О.В. Вплив агроекологічних факторів і технологічних прийомів на ріст, розвиток і формування продуктивності кукурудзи. Біла Церква : Вісник Білоцерківського державного аграрного університету, 2004. С. 59–65.
23. Коковіхін С. В., Михаленко І. В., Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В. Використання результатів статистичної обробки експериментальних даних в прогнозуванні економічної ефективності виробництва кукурудзи при зрошенні. Херсон : Таврійський науковий вісник, 2007. С. 281–291.
24. Конституція України : офіц. текст. Київ : КМ, 2013. 96 с.
25. Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Найдьонов В.Г., Михайленко І.В. Наукові основи насінництва кукурудзи на зрошуваних землях півдня України. Херсон: Айлант, 2007. 256 с.
26. Лазор О. Я. Екологічна експертиза: теорія, методологія, практика. Львів : Ліга-Прес, 2002. 362 с.
27. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: «Українські технології», 2006. 730 с.
28. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 312 с.

- 29.Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
- 30.Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця : Нілан, 2017. 588 с.
- 31.Марушевський Г. Б. Стратегічна екологічна оцінка : навч. посіб. Київ : К.І.С., 2014. 86 с.
- 32.Мельник І. П., Сендецький В. М. Новітні технології поліпшення родючості ґрунтів для виробництва екологічно чистої продукції та охорони довкілля в сучасному землеробстві. Тернопіль : Крок, 2016. 272 с.
- 33.Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / за ред. М. В. Зубця. Київ: Аграрна наука, 2004. 844 с.
- 34.Наукові основи сучасних систем вітчизняного землеробства / І. Д. Примак, В. С. Хахула, Ю. В. Федорук та ін. Вінниця : Нілан, 2022, 320 с.
- 35.Павлюк О. О. Вплив густоти стояння рослин на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах центрального Лісостепу України. Полтава : Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2005. С. 153-155.
- 36.Паламарчук В. Д. Вплив строків сівби на площу листкової поверхні гібридів кукурудзи різних груп стиглості. Львів : Вісник Львівського національного аграрного університету. 2018. С. 290-299.
- 37.Паламарчук В. Д., Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Поліщук І.С., Поліщук М. І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 452 с.
- 38.Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза. Селекція та вирощування гібридів : монографія. Вінниця : Бібліограф, 2009. 200 с.
- 39.Пастернак В. І. Елементи мінерального живлення рослин. Київ : УкрАгроРесурс, 2015. 30 с.
- 40.Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпро : Ранок, 2009. 224 с.
- 41.Писаренко В.А., Коковіхін С.В., Мішукова Л.С. Методичні вказівки по застосуванню розрахункового методу визначення строків поливів сільськогосподарських культур за показниками середньодобового випаровування. Херсон: Колос, 2005. 16 с.
- 42.Тимофійчук О. Б. Рекомендації із застосування біостимуляторів - добрив нового покоління в технологіях вирощування. Івано-Франківськ : Місто, 2012. 20 с.
- 43.Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України / Мазоренко Д. І., Мазнев Г. Є., Тіщенко Л. М. та ін. Київ : ННЦ ІАЕ, 2008. 718 с.

- 44.Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В. В. Основи охорони праці: підручник. Київ : Основа, 2006. – 444 с.
- 45.Третьяков О. В., Зацарний В. В., Безсонний В. Л. Охорона праці: навчальний посібник / за ред. К.Н. Ткачука. Київ : Знання, 2010. 167 с.
- 46.Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліджу. Херсон: Грінь, 2014. 448 с.
- 47.Ушкаренко В.О., Нікіщенко В.Л., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: монографія, Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
- 48.Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: навчальний посібник / за ред. В. О. Ушкаренка. Суми: ВТД «Університетська книга, 2003. 296 с.
- 49.Шевніков М. Я. Світові агротехнології. Полтава : ВАТ «Видавництво Полтава», 2005. 191 с.
- 50.Шинкарук Л. М. Вплив удобрення кукурудзи на біометричні показники та елементи структури урожаю кукурудзи в умовах західного Лісостепу України: збірник наукових праць. Черкаси : Уманський НУС, 2020. С. 443-456.
- 51.Шувар І. А., Іванишин В. В., Сендецький В. М. Агроекологічні основи поліпшення родючості ґрунтів для сталого функціонування агроєкосистем, виробництва екологічно чистої продукції та охорони довкілля в сучасному землеробстві. Львів : «Українські технології», 2017. С. 255–265.
- 52.Якунін О. П. Кукурудза харчова (технологічні аспекти вирощування). Вінниця : Нілан, 2016. 207 с.