

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач
кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «Підвищення якості проведення сівби кукурудзи на зерно в умовах північно-східного лісостепу України з використанням цифрових платформ»

Виконав:

_____ (підпис)

Крамаренко С.А.

_____ (Прізвище, ініціали)

Група:

СТЗ 2302-2 м

(Науковий) керівник:

_____ (підпис)

Зубко В.М.

_____ (Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

АНОТАЦІЯ

Крамаренко С.А.

Підвищення якості проведення сівби кукурудзи на зерно в умовах північно-східного лісостепу України з використанням цифрових платформ

ОПП Системи точного землеробства

Спеціальність 208 Агроінженерія

Сумський національний аграрний університет

М. Суми, 2025р.

Випускна кваліфікаційна робота представлена на 43 сторінках машинописного тексту пояснювальної записки, що містить 2 таблиці, 10 рисунків, 2 додатки, 25 літературних джерел. Об'єктом дослідження є технологічний процес посіву кукурудзи сівалкою точного висіву Horsch Maestro SV 24 обладнана електроприводом висівних апаратів і системою керування і контролю висіву (виробництва Мюллер Електронікс).

Магістерська робота присвячена дослідженню факторів, що впливають на якісні показники посіву сівалками точного висіву.

Метою роботи є визначення впливу на якісні показники посіву сівалками точного висіву швидкості руху агрегату, а також оцінка впливу на них системи керування і контролю висіву (виробництва Мюллер Електронікс).

В роботі проведено огляд літературних джерел по темі досліджень, проведений аналіз досліджень факторів, що впливають на якість посіву, виконані власні дослідження по визначенню швидкісних режимів посівного агрегату при яких забезпечуються агротехнічні вимоги до операцій посіву кукурудзи.

Для кожної культури вимірювання показників якості проводили при робочих швидкостях агрегату 1,67 м/с, 2,5 м/с та 3,33 м/с. Норму висіву кукурудзи встановлювали 72 тис. шт./га. Отже інтервали між рослинами при даній нормі мають бути 20,06 см. Проводили два типи випробувань:

спочатку стендові випробування з симулюванням необхідної швидкості, а потім польові.

Здійснюючи вибір типу посівних машин та їхніх параметрів, слід зважати на цілий комплекс чинників, зокрема, глибину посіву, тип ґрунту, вологість, наявність рослинних решток, особливості сорту тощо, а також слід враховувати неоднорідність ґрунтових умов в межах одного поля.

Аналіз експериментальних даних дав можливість визначити оптимальні параметри швидкості руху посівного агрегату при яких можливо виконати технологічний процес посіву кукурудзи з забезпеченням максимальних значень якісних показників. З'ясовано, що найбільш доцільним є діапазон швидкостей 1,67–2,5 м/с. Подальше підвищення швидкості негативно впливало на всі досліджувані якісні показники, а при досягненні 3,33 м/с вони виходили за межі встановлених агротехнічних вимог.

Ключові слова: посів, якість, посівний агрегат, робоча швидкість, рівномірність висіву.

ABSTRACT

Kramarenko S.A.

Improving the quality of corn sowing in the conditions of the northeastern forest-steppe of ukraine using digital platforms

EP Precision agriculture systems

Specialty 208 Agricultural engineering

Sumy national agrarian university

Sumy, 2025

The final qualification work is presented on 43 pages of typewritten text of the explanatory note, containing 2 tables, 10 figures, 2 appendices, 25 literary sources. The object of the study is the technological process of sowing corn with a precision seed drill horsch maestro sv 24 equipped with an electric drive of

seeding units and a sowing control and monitoring system (manufactured by Muller electronics).

The master's thesis is devoted to the study of factors that affect the quality indicators of sowing with precision seed drills.

The purpose of the work is to determine the influence of the speed of the unit on the quality indicators of sowing with precision seed drills, as well as to assess the influence of the sowing control and monitoring system (manufactured by Muller electronics).

The work reviewed the literature on the topic of research, analyzed the research on factors affecting the quality of sowing, and conducted our own research to determine the speed regimes of the sowing unit at which the agrotechnical requirements for corn sowing operations are met.

For each crop, quality indicators were measured at the working speeds of the unit of 1.67 m/s, 2.5 m/s, and 3.33 m/s. The corn sowing rate was set at 72 thousand pcs./ha. Therefore, the intervals between plants at this rate should be 20.06 cm. Two types of tests were conducted: first, bench tests with simulation of the required speed, and then field tests.

When choosing the type of sowing machines and their parameters, a whole range of factors should be taken into account, in particular, sowing depth, soil type, humidity, the presence of plant residues, variety features, etc., and the heterogeneity of soil conditions within one field should also be taken into account.

The analysis of experimental data made it possible to determine the optimal parameters of the speed of movement of the sowing unit at which it is possible to perform the technological process of sowing corn with the provision of maximum values of quality indicators. It was found that the most appropriate is the speed range of 1.67–2.5 m/s. Further increase in speed negatively affected all the studied quality indicators, and when reaching 3.33 m/s they went beyond the established agrotechnical requirements.

Keywords: sowing, quality, sowing unit, operating speed, seeding uniformity.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Стан питання і задачі досліджень.....	9
1.1 Огляд основних проблем вирощування кукурудзи.....	9
1.2 Агротехнічні вимоги до посіву просапних культур.....	16
1.3 Вплив якісних показників посіву на врожайність культур.....	18
2 Аналіз досліджень факторів, що впливають на якісні показники роботи сівалок точного висіву.....	22
3 Експериментальні дослідження факторів, що впливають на якісні показники роботи сівалок точного висіву.....	27
3.1 Будова та особливості застосування сівалки	27
3.2 Умови проведення випробувань.....	29
3.3 Програма та методика експериментальних досліджень	29
3.4 Аналіз показників роботи висівних апаратів на стендових випробуваннях.....	33
3.5 Аналіз результатів польових випробувань сівалки.....	35
Висновки.....	41
Список використаних джерел.....	42

ВСТУП

Глибоке дослідження і оптимізація процесу роботи посівного агрегату, а також елементів, що входять в його систему, дозволяє виявити існуючі недоліки в технологічному процесі, а також в конструкції посівного агрегату, що відкриває шляхи до вдосконалення всієї посівної системи.

Технологічною операцією, яка має значущий вплив на якість обробітку, є висів дозованої маси. Технологічний процес висіву характеризується складним конструктивним супроводом, при цьому, він має найбільш вагомий вплив на врожайність вирощуваних сільськогосподарських культур. Висіваючий апарат - це один з елементів сівалки, що відповідає за рівномірне дозування висіваного матеріалу і подальшу його подачу до сошникових груп. Обґрунтований вибір оптимальних технологічно - конструктивних параметрів і режимів роботи висівного апарату залежить від фізико - механічних і технологічних властивостей оброблюваного сільськогосподарського матеріалу.

В останні роки спостерігається тенденція переходу від механічних до пневматичним висіваючих системам, в основу яких покладено принцип розподілу і транспортування насіння за допомогою повітряного потоку, або вакуумного присмокткування. Застосування пневматичної висіваючої системи має ряд переваг - зниження відсотка пошкодження (дроблення) насіння, компенсування швидкості руху трактора і швидкості переміщення дозованого матеріалу по насіннепроводам до сошникових груп.

Висіваючі апарати для посіву пропашних культур, таких як соняшник та кукурудза застосовуються в різних технологічних і конструктивних виконаннях, характеризуються рядом позитивних аспектів і деяких недоліків. В даний час питанням якісного виконання технологічного процесу висіву пропашних культур приділяється багато уваги. Незважаючи на те, що дослідженням висівних апаратів займаються багато вітчизняних і зарубіжних вчених, дане питання розкрито недостатньо повно.

1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Огляд основних проблем вирощування кукурудзи

Кукурудза є однією з основних зернових культур в Україні, проте її вирощування супроводжується низкою проблем. Однією з головних є нестабільні погодні умови, особливо посухи, які негативно впливають на врожайність. Незважаючи на розвиток зрошувальних систем, їх поки що недостатньо для забезпечення стійкого виробництва кукурудзи в усіх регіонах.

Другою серйозною проблемою є зниження родючості ґрунтів через надмірне використання мінеральних добрив і недотримання сівозміни, що призводить до виснаження ґрунту та поширення шкідників і хвороб. Крім того, останніми роками значно зросла проблема поширення бур'янів, грибкових інфекцій і комах-шкідників, що вимагає застосування більшої кількості засобів захисту рослин, що, у свою чергу, підвищує собівартість виробництва.

Важливим викликом також є коливання цін на світових ринках та залежність від експорту, що робить українських аграріїв вразливими до економічних і політичних чинників. Дефіцит якісного насіння, низький рівень впровадження сучасних агротехнологій і проблеми з логістикою лише ускладнюють ситуацію. Таким чином, вирощування кукурудзи в Україні стикається з комплексом проблем, вирішення яких потребує зваженої державної політики, впровадження інноваційних підходів та раціонального використання природних ресурсів.

Погодні умови є одним із найважливіших факторів, що впливають на врожайність кукурудзи. Температура, опади, сонячне випромінювання та вітер безпосередньо визначають розвиток рослин на всіх етапах їхнього росту. Оптимальна температура для проростання насіння кукурудзи становить 10–12°C, а для вегетаційного періоду – 20–25°C. Високі

температури вище 35°C у фазі цвітіння можуть призвести до стерильності пилку та зниження кількості зав'язей, що негативно впливає на врожай.

Недостатня кількість опадів, особливо під час критичних фаз росту, таких як цвітіння та налив зерна, може спричинити дефіцит вологи, що уповільнює фотосинтез і знижує продуктивність рослин. Надмірні дощі можуть викликати вимивання поживних речовин із ґрунту та розвиток хвороб. Сонячне випромінювання забезпечує енергію для фотосинтезу, і його нестача через хмарність може сповільнити накопичення органічних речовин у зернах. Сильні вітри та град можуть механічно пошкоджувати рослини, призводячи до вилягання посівів та втрати врожаю. Таким чином, погодні умови відіграють вирішальну роль у формуванні врожайності кукурудзи, і для мінімізації їхнього негативного впливу необхідно застосовувати агротехнічні заходи, такі як зрошення, використання посухостійких гібридів та оптимізація строків сівби.

Якість насіння є одним із ключових факторів, що визначають врожайність кукурудзи. Високоякісне насіння забезпечує дружні та рівномірні сходи, стійкість до хвороб, шкідників і несприятливих погодних умов, що зрештою впливає на рівень і стабільність урожаю.

Одним із головних аспектів якості насіння є його генетичний потенціал. Сучасні гібриди кукурудзи створюються з урахуванням адаптації до конкретних кліматичних умов, стійкості до захворювань та високої продуктивності. Вибір правильного гібриду відповідно до регіону вирощування та технології обробітку є запорукою отримання високих урожаїв.

Наступним важливим чинником є схожість насіння. Вона визначає, скільки зерен проросте та сформує повноцінні рослини. Оптимальним показником є схожість понад 95%. Насіння з низькою схожістю призводить до нерівномірних сходів, що ускладнює догляд за посівами та знижує ефективність використання ресурсів.

Маса тисячі насінин також є важливим показником. Вона впливає на енергію проростання та початковий розвиток рослин. Насіння з високою масою забезпечує кращий стартовий ріст, що особливо важливо за умов недостатньої вологи чи інших стресових факторів.

Очищеність та каліброваність насіння сприяє рівномірному висіву, що важливо для механізованого сівби. Дрібне або неоднорідне насіння може спричинити нерівномірне розміщення рослин у полі, що впливає на ефективність використання світла, води та поживних речовин.

Вологість насіння – ще один показник, що впливає на його якість. Висушене до оптимального рівня (12-14%) насіння має довший термін зберігання і краще зберігає схожість. Занадто вологе насіння швидко втрачає якість, а пересушене – може мати знижену енергію проростання.

Важливим фактором є також обробка насіння протруйниками, які захищають від хвороб і шкідників на ранніх етапах розвитку рослин. Використання якісних протруйників сприяє зменшенню втрат у період проростання і сприяє рівномірному формуванню посівів.

Отже, якість насіння безпосередньо впливає на врожайність кукурудзи. Використання високоякісного насіннєвого матеріалу з хорошими показниками схожості, маси тисячі насінин, очищеності, вологості та відповідної обробки дозволяє підвищити ефективність вирощування культури, знизити ризики втрат урожаю та забезпечити стабільність виробництва зерна.

Боротьба з бур'янами є одним із ключових факторів, що впливають на врожайність кукурудзи. Наявність бур'янів на полях значно знижує продуктивність культури через конкуренцію за воду, світло та поживні речовини. Ефективне управління бур'янами дозволяє покращити умови росту кукурудзи, забезпечуючи їй оптимальне середовище для розвитку.

Одним із основних негативних впливів бур'янів на врожайність кукурудзи є їх здатність конкурувати за вологу. Кукурудза є вологоємною культурою, і її ріст та розвиток значною мірою залежать від достатнього

рівня ґрунтової вологи. Бур'яни, маючи добре розвинену кореневу систему, споживають значну кількість води, що може призвести до водного дефіциту для кукурудзи, особливо в посушливі періоди.

Окрім водного дефіциту, бур'яни створюють конкуренцію за поживні речовини. Вони здатні інтенсивно поглинати азот, фосфор, калій та інші мікроелементи, що необхідні для нормального розвитку кукурудзи. Нестача цих елементів у ґрунті спричиняє уповільнення росту культури, зниження її стійкості до несприятливих факторів довкілля та загальне зниження врожайності.

Світлова конкуренція також відіграє важливу роль у зниженні врожайності кукурудзи. Бур'яни, особливо високорослі види, можуть затіняти сходи кукурудзи, що негативно позначається на фотосинтетичній активності рослин. Внаслідок цього знижується інтенсивність росту культури, а також накопичення органічних речовин, необхідних для формування повноцінного врожаю.

З огляду на ці негативні впливи, існує кілька методів боротьби з бур'янами, які сприяють підвищенню врожайності кукурудзи. Одним із найефективніших методів є застосування гербіцидів. Хімічний контроль дозволяє знищити бур'яни на ранніх етапах їх розвитку, що мінімізує конкуренцію з боку небажаної рослинності. Важливо правильно вибирати препарати з урахуванням виду бур'янів, стадії росту кукурудзи та погодних умов, щоб уникнути фітотоксичної дії на культуру.

Механічні методи боротьби з бур'янами, такі як міжрядний обробіток ґрунту, також мають важливе значення. Ці методи допомагають не лише знищити бур'яни, але й покращити аерацію ґрунту, що сприяє кращому засвоєнню вологи та поживних речовин рослинами кукурудзи. Проте надмірне механічне втручання може спричинити руйнування структури ґрунту та його ерозію.

Агротехнічні заходи, зокрема дотримання сівозміни, використання покривних культур та правильне регулювання густоти посівів, також

сприяють зменшенню засміченості полів бур'янами. Наприклад, чергування кукурудзи з іншими культурами, такими як соя або озимі злаки, дозволяє знижувати чисельність бур'янів природним шляхом, що зменшує потребу в гербіцидах та механічному обробітку.

Поєднання різних методів боротьби з бур'янами є найбільш ефективним способом забезпечення високої врожайності кукурудзи. Комплексний підхід, який включає хімічний, механічний та агротехнічний контроль, дозволяє мінімізувати негативний вплив бур'янів і створити сприятливі умови для росту культури. Таким чином, своєчасне та ефективне управління бур'янами відіграє вирішальну роль у підвищенні продуктивності кукурудзи та забезпеченні стабільних урожаїв.

Обробіток ґрунту є важливим агротехнічним заходом, що впливає на врожайність кукурудзи. Від правильної системи обробітку залежить збереження вологи, забезпечення аерації, структурності ґрунту, знищення бур'янів, шкідників і хвороб, а також ефективність використання добрив. Існує декілька систем обробітку ґрунту, які використовуються для вирощування кукурудзи, і кожна з них має свої переваги та недоліки.

Традиційна система передбачає оранку з подальшим механічним обробітком. Глибока оранка (25-30 см) сприяє накопиченню вологи в ґрунті, покращенню повітряного режиму та знищенню бур'янів. Однак надмірний механічний вплив може призводити до руйнування структури ґрунту, ущільнення підорного шару та зниження кількості гумусу. З цієї причини останнім часом аграрії дедалі більше віддають перевагу мінімальному або нульовому обробітку ґрунту.

Мінімальний обробіток передбачає скорочення кількості механічних операцій, що дозволяє зберегти природну структуру ґрунту, зменшити його ерозію та знизити витрати на паливо. Система strip-till, яка є однією з форм мінімального обробітку, поєднує елементи оранки та нульового обробітку, дозволяючи працювати лише в рядках майбутнього висіву культури. Це

забезпечує покращене прогрівання ґрунту навесні, оптимальне забезпечення рослин вологою та зменшення ерозійних процесів.

Нульовий обробіток (no-till) передбачає повну відмову від механічного розпушення ґрунту. Насіння висівають без попередньої оранки, використовуючи спеціальні сівалки. Завдяки цьому зменшується випаровування вологи, покращується мікробіологічна активність ґрунту та знижується ризик водної і вітрової ерозії. Недоліками цієї системи є необхідність використання більшої кількості гербіцидів для боротьби з бур'янами та можливі труднощі з проростанням насіння у важких і холодних ґрунтах.

Вплив системи обробітку ґрунту на врожайність кукурудзи залежить від кліматичних умов, типу ґрунту та рівня агротехніки. У зонах недостатнього зволоження мінімальний і нульовий обробіток сприяють збереженню вологи, що позитивно впливає на врожайність. У зонах із надмірним зволоженням традиційна система може бути ефективнішою, оскільки забезпечує краще відведення надлишкової води. Важливо також враховувати біологічні особливості кукурудзи, яка потребує рівномірного розподілу вологи та поживних речовин протягом усього вегетаційного періоду.

Дослідження показують, що за умов правильного підбору системи обробітку можна досягти високих показників урожайності кукурудзи. Наприклад, у посушливих регіонах застосування no-till сприяє збереженню до 20-30% вологи у ґрунті, що забезпечує приріст урожаю на 10-15% у порівнянні з традиційною системою. У регіонах із помірним кліматом найкращі результати показує strip-till, оскільки поєднує переваги обох систем і забезпечує збалансовані умови для росту кукурудзи.

Отже, вибір системи обробітку ґрунту має ключове значення для отримання високих урожаїв кукурудзи. Впровадження ресурсозберігаючих технологій, адаптованих до конкретних умов вирощування, дозволяє підвищити продуктивність культури, зменшити витрати на вирощування та

покращити стан ґрунтів. Оптимізація обробітку ґрунту в поєднанні з правильним підбором сортів, сівозміною та агрохімічним забезпеченням сприятиме стабільному зростанню врожайності кукурудзи в довгостроковій перспективі.

Вплив добрив на врожайність кукурудзи є одним із ключових факторів, що визначають ефективність вирощування цієї культури. Правильне застосування мінеральних і органічних добрив сприяє підвищенню продуктивності рослин, покращенню їх стійкості до стресових умов і збільшенню вмісту поживних речовин у зерні. Водночас надмірне або неправильне використання добрив може негативно позначитися як на рослинах, так і на стані ґрунту та навколишнього середовища.

Кукурудза має високі потреби в елементах живлення, зокрема в азоті, фосфорі, калії, кальції, магнії та мікроелементах (цинк, бор, мідь). Азот є основним елементом, що забезпечує активний ріст і розвиток рослин, а також впливає на формування врожаю. Дефіцит азоту призводить до зниження врожайності, уповільнення росту, слабого розвитку кореневої системи і зменшення кількості зерен у качані. Однак надмірне внесення азотних добрив може викликати вилягання рослин, підвищену чутливість до хвороб і негативно впливати на якість зерна.

Фосфор сприяє розвитку кореневої системи, прискорює дозрівання та покращує якість зерна. Він особливо важливий на початкових етапах росту, оскільки сприяє накопиченню енергії, необхідної для метаболічних процесів. Калій, у свою чергу, підвищує стійкість кукурудзи до посухи, хвороб і несприятливих погодних умов. Він бере участь у процесах фотосинтезу та обміну речовин, що сприяє кращому засвоєнню води та підвищенню якості врожаю.

Органічні добрива, такі як гній, компост або сидерати, також відіграють важливу роль у підвищенні врожайності кукурудзи. Вони покращують структуру ґрунту, збагачують його гумусом і сприяють активному розвитку ґрунтової мікрофлори. Використання органічних

добрив у поєднанні з мінеральними дозволяє досягти найкращих результатів завдяки поступовому вивільненню поживних речовин і поліпшенню фізико-хімічних властивостей ґрунту.

Ефективність добрив значною мірою залежить від агротехнічних заходів, таких як правильний обробіток ґрунту, своєчасний посів, оптимальна густота стояння рослин та дотримання сівозміни. Наприклад, чергування кукурудзи з бобовими культурами сприяє збагаченню ґрунту азотом природного походження, що зменшує потребу у внесенні синтетичних азотних добрив.

Крім того, важливу роль відіграє контроль за рівнем кислотності ґрунту. Оптимальний рівень рН для кукурудзи становить 5,5–7,0. На кислих ґрунтах ефективність фосфорних і калійних добрив значно знижується, тому важливо проводити вапнування для нейтралізації надмірної кислотності.

Сучасні технології точного землеробства дозволяють оптимізувати внесення добрив, застосовуючи їх у відповідності до потреб рослин на різних етапах розвитку. Використання GPS-навігації, аналізу ґрунту та дронів для моніторингу посівів дозволяє значно підвищити ефективність удобрення та мінімізувати витрати.

Таким чином, правильне застосування добрив є важливим чинником у підвищенні врожайності кукурудзи. Оптимальний баланс між мінеральними та органічними добривами, врахування потреб рослин і стану ґрунту, а також застосування сучасних технологій забезпечує високу продуктивність і стабільність урожаю. Однак важливо дотримуватися норм внесення добрив і не перевищувати рекомендовані дози, щоб уникнути негативних наслідків для довкілля та здоров'я людини.

1.2 Агротехнічні вимоги до посіву просапних культур

Кукурудза є однією з найважливіших зернових культур у світі, і правильне дотримання агротехнічних вимог до її посіву є ключовим

фактором для отримання високих урожаїв. До основних вимог належать правильний вибір ділянки, підготовка ґрунту, вибір насіння, строки та способи сівби, глибина загортання насіння, норми висіву та заходи щодо догляду за посівами.

Для вирощування кукурудзи підходять родючі, добре дреновані ґрунти з нейтральною або слабнокислою реакцією (рН 5,5–7,0). Найкращими є чорноземи, каштанові та сіро-лісові ґрунти, які забезпечують рослинам необхідні поживні речовини та вологу. Не рекомендується вирощування кукурудзи на важких, заболочених і засолених ґрунтах, оскільки це значно знижує врожайність.

Передпосівна підготовка ґрунту включає основний та передпосівний обробіток. Основний обробіток передбачає оранку на глибину 25–30 см, що сприяє накопиченню вологи та знищенню бур'янів. Передпосівний обробіток полягає у боронуванні та культивації для вирівнювання поверхні і створення сприятливих умов для проростання насіння.

Важливим аспектом є вибір якісного насіння з високою схожістю (не менше 95%) і відповідністю зональним умовам. Насіння перед висівом протруюють фунгіцидами та інсектицидами для захисту від хвороб і шкідників.

Оптимальні строки сівби залежать від кліматичних умов регіону, але в середньому посів кукурудзи проводять, коли температура ґрунту на глибині 5–10 см досягає 10–12°C. Запізнення з посівом може знизити врожайність через нестачу вологи у другій половині вегетації, а надто ранній посів може призвести до загибелі проростків від заморозків.

Способи сівби залежать від технології вирощування та зони господарювання. Найпоширенішими є широкорядний (70 см міжряддя) та вузькорядний (45 см міжряддя) способи. Глибина загортання насіння залежить від типу ґрунту та його вологості: на легких ґрунтах – 6–8 см, на важких – 4–5 см.

Норма висіву визначається з урахуванням густоти стояння рослин, що залежить від гібриду та зони вирощування. У степовій зоні рекомендується 40–50 тис. рослин/га, у лісостепу – 60–70 тис. рослин/га, у Поліссі – до 80 тис. рослин/га. Правильне розміщення рослин забезпечує рівномірне використання світла, вологи та поживних речовин.

Догляд за посівами включає боронування для знищення ґрунтової кірки та проростаючих бур'янів, міжрядний обробіток для покращення аерації ґрунту та підживлення рослин. Основні мінеральні добрива (азотні, фосфорні, калійні) вносять за результатами аналізу ґрунту та потреб культури. Для боротьби зі шкідниками і хворобами застосовують інсектициди, фунгіциди та біологічні методи захисту.

Дотримання всіх агротехнічних вимог до посіву кукурудзи є запорукою отримання високого та якісного врожаю. Грамотний підхід до вибору ділянки, обробітку ґрунту, сівби та догляду за посівами забезпечує максимальну продуктивність культури.

1.3 Вплив якісних показників посіву на врожайність культур

Якість посіву є одним із найважливіших чинників, що впливають на врожайність кукурудзи. Вона визначається рядом показників, зокрема рівномірністю розподілу насіння, глибиною загортання, своєчасністю проведення посівних робіт та використанням якісного посівного матеріалу. Всі ці аспекти безпосередньо впливають на дружність сходів, формування кореневої системи та подальший розвиток рослин, що в кінцевому підсумку визначає продуктивність культури.

Одним із ключових показників якості посіву є рівномірність розподілу насіння в рядку. Нерівномірність призводить до конкуренції між рослинами за світло, воду та поживні речовини, що негативно впливає на їхній ріст і розвиток. Надто густий посів може спричинити витягування рослин, зменшення кількості продуктивних качанів і зниження врожайності. З

іншого боку, надто розріджений посів не дозволяє повною мірою використовувати потенціал площі, що також знижує кінцевий врожай.

Глибина загортання насіння має велике значення для формування кореневої системи та рівномірності сходів. Надмірно глибоке загортання може уповільнити проростання або навіть призвести до загибелі частини насіння. Надто мілке загортання підвищує ризик пересихання насіння і його ураження шкідниками.

Глибина посіву є одним із ключових факторів, що впливають на врожайність кукурудзи. Вона визначає швидкість проростання насіння, розвиток кореневої системи, доступність вологи та поживних речовин, а також стійкість рослин до несприятливих погодних умов. Неправильно обрана глибина може призвести до значних втрат врожаю, тому її необхідно ретельно визначати з урахуванням типу ґрунту, погодних умов і характеристик насіння.

Оптимальна глибина загортання насіння кукурудзи зазвичай становить 4–6 см, проте вона може варіюватися залежно від типу ґрунту та вологості. У легких піщаних ґрунтах рекомендується заглиблювати насіння на 5–7 см, оскільки такі ґрунти швидше висихають. У важких суглинистих ґрунтах, які добре утримують вологу, оптимальна глибина становить 4–5 см. За надмірної вологості або ущільнення ґрунту доцільно зменшувати глибину, щоб уникнути нестачі кисню для проростків.

Глибина загортання насіння безпосередньо впливає на рівномірність сходів. При занадто мілкому посіві (менше 3 см) рослини можуть страждати від нестачі вологи, особливо в умовах сухої погоди, що призводить до нерівномірних сходів. Також мілкий посів робить проростки більш вразливими до механічних пошкоджень, температурних коливань і птахів.

Занадто глибоке загортання (понад 7 см) сповільнює проростання, оскільки молоді рослини витрачають більше енергії на проростання крізь товстий шар ґрунту. Це може призвести до зменшення енергії росту, відставання в розвитку і, відповідно, до зниження врожайності. Крім того,

глибокий посів у важких ґрунтах може спричинити нестачу кисню для проростків, що також негативно позначається на їхньому розвитку.

Погодні умови відіграють важливу роль у виборі глибини посіву. У регіонах із посушливим кліматом доцільно сіяти насіння глибше (6–7 см), щоб забезпечити кращий доступ до ґрунтової вологи. У прохолодних умовах і ранніх строках сівби слід дотримуватися меншої глибини (4–5 см), щоб забезпечити швидке прогрівання насіння і дружні сходи.

Оптимальна глибина посіву сприяє рівномірним і дружним сходам, що є запорукою високої врожайності. Дослідження показують, що при правильному виборі глибини врожайність кукурудзи може збільшитися на 10–15% у порівнянні з посівом із відхиленням від оптимальних параметрів. При цьому нерівномірні сходи, спричинені неправильною глибиною загортання, можуть знижувати врожайність на 5–20%, оскільки різночасні сходи конкурують між собою за ресурси, що призводить до нерівномірного розвитку рослин.

Глибина посіву є критично важливим фактором, що визначає продуктивність кукурудзи. Для досягнення високої врожайності необхідно враховувати тип ґрунту, погодні умови та характеристики насіння. Дотримання оптимальних параметрів посіву забезпечує рівномірні сходи, розвиток потужної кореневої системи та ефективне використання вологи, що в кінцевому підсумку сприяє збільшенню врожайності.

Своєчасність посіву також є критичним фактором. Запізнення з посівом може призвести до потрапляння фази цвітіння рослин у період високих температур і посухи, що негативно впливає на запилення та формування качанів. Занадто ранній посів, особливо в умовах холодної весни, може призвести до уповільненого проростання насіння та підвищеної чутливості рослин до заморозків і хвороб.

Якість посівного матеріалу відіграє важливу роль у забезпеченні високої врожайності. Використання сертифікованого насіння, яке має високу схожість, енергію проростання і стійкість до хвороб, забезпечує

дружні та рівномірні сходи. Насіння повинно бути каліброване за розміром, що забезпечує рівномірне його висівання і сприяє синхронному розвитку рослин.

Додатково слід враховувати вплив технологічних аспектів посіву, зокрема використання сучасної посівної техніки, яка дозволяє забезпечити високу точність розподілу насіння, контроль глибини загортання та можливість внесення стартових добрив у рядок. Це значно покращує умови початкового росту рослин і сприяє підвищенню врожайності.

Загалом, якісне проведення посіву кукурудзи є основою для отримання високих урожаїв. Дотримання оптимальних параметрів посіву дозволяє максимально реалізувати потенціал культури, забезпечуючи рівномірний розвиток рослин, зменшення конкуренції за ресурси та створення сприятливих умов для формування продуктивних качанів. Тому особливу увагу слід приділяти якості посівного матеріалу, дотриманню агротехнічних вимог та використанню сучасних технологій, що сприятиме отриманню стабільних і високих врожаїв кукурудзи.

На основі отриманих даних було прийнято рішення провести дослідження впливу на якісні показники посіву сівалками точного висіву швидкості руху агрегату, а також оцінку впливу на них системи контролю висіву.

2 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ

Сівалки точного висіву відіграють ключову роль у сучасному сільському господарстві, забезпечуючи рівномірний розподіл насіння та оптимальну густоту посівів. Висока точність висіву сприяє рівномірному проростанню рослин, що безпосередньо впливає на врожайність культур. Відтак, дослідження факторів, які впливають на якісні показники роботи цих машин, є важливим завданням для аграрної науки та техніки.

Одним із найважливіших факторів, що визначають якість роботи сівалок точного висіву, є конструктивні особливості висівних апаратів. Основні типи висівних апаратів включають механічні, пневматичні та електронні системи дозування насіння. Механічні апарати, хоча й надійні, можуть мати обмежену точність, особливо за високих швидкостей руху агрегату. Пневматичні системи забезпечують вищу рівномірність розподілу насіння завдяки використанню повітряного потоку, який транспортує насіння до сошників. Електронні апарати дозволяють автоматизувати контроль над висівом та коригувати параметри в реальному часі, що суттєво покращує точність роботи.

Наступним значущим фактором є параметри роботи сівалки, такі як швидкість руху агрегату, глибина загортання насіння та рівномірність подачі посівного матеріалу. Збільшення швидкості сівалки може призводити до нерівномірного розподілу насіння та зниження точності висіву. Оптимальна швидкість для точного висіву зазвичай знаходиться в межах 6–8 км/год. Глибина загортання насіння також впливає на якість посіву, оскільки надто глибоке або, навпаки, недостатнє загортання може негативно впливати на схожість рослин.

Важливим фактором є також якість посівного матеріалу. Насіння повинно мати однорідні розміри та вагу, оскільки нерівномірність може спричинити помилки у дозуванні. Використання каліброваного насіння та

його обробка перед висівом сприяє підвищенню рівномірності розподілу. Крім того, рівень вологості насіння та його стан можуть впливати на адгезію до висівних елементів, що може спричиняти нерівномірність подачі.

Агротехнічні умови, зокрема тип ґрунту, його вологість та структура, також суттєво впливають на роботу сівалок точного висіву. Надмірно вологий ґрунт може призводити до налипання часток на робочі органи сівалки, що знижує її ефективність. Навпаки, надто сухий або надмірно ущільнений ґрунт може ускладнювати проникнення сошників у ґрунт та рівномірне загортання насіння.

Технологічні аспекти експлуатації сівалок також відіграють значну роль. Регулярне обслуговування та правильне налаштування обладнання дозволяють підтримувати його в оптимальному робочому стані. Перевірка стану висівних дисків, сошників, систем подачі насіння та глибини загортання є важливими процедурами перед кожним посівом. Використання систем точного землеробства, таких як GPS-навігація та автоматичне регулювання висіву, дозволяє зменшити вплив людського фактору та покращити точність посіву.

Узагальнюючи результати досліджень, можна зробити висновок, що якісні показники роботи сівалок точного висіву залежать від комплексу взаємопов'язаних факторів. Серед основних чинників варто виділити конструкцію висівних апаратів, параметри роботи сівалки, характеристики посівного матеріалу, агротехнічні умови та технологічні аспекти експлуатації. Оптимізація кожного з цих параметрів дозволяє значно підвищити ефективність висіву та, як наслідок, покращити врожайність сільськогосподарських культур.

Рівномірність розміщення насіння в рядку є одним із ключових факторів, що впливають на продуктивність сільськогосподарських культур. Вона визначає дружність сходів, рівномірність розвитку рослин і, відповідно, величину та якість урожаю. Основними параметрами сівалок, що впливають на рівномірність висіву, є конструктивні особливості

висівного апарата, технічний стан сівалки, глибина загортання насіння, швидкість руху агрегату та характеристики ґрунту.

Висівний апарат є основним робочим органом сівалки, який визначає точність дозування та подачі насіння в ґрунт. Вони поділяються на механічні та пневматичні.

Механічні висівні апарати працюють за принципом подачі насіння з висівного диска або катушки, що забезпечує відносно стабільний, але менш точний розподіл насіння в порівнянні з пневматичними апаратами.

Пневматичні висівні апарати застосовують потік повітря для транспортування та точного розподілу насіння, що дозволяє досягати більш високої рівномірності його розміщення в рядку.

Якість роботи висівного апарата залежить від таких факторів, як знос деталей, стабільність роботи механізму, налаштування системи контролю висіву та калібрування.

Важливим аспектом рівномірного розміщення насіння є технічний стан сівалки. Зношені або неправильно налаштовані деталі можуть призводити до нерівномірного висіву, пропусків або здвоєних насінин. Зокрема, необхідно контролювати: стан висівних дисків та сошників; роботу системи приводу висівного апарата; справність гідравлічних і пневматичних систем; точність налаштування притискних механізмів.

Регулярне технічне обслуговування та калібрування сівалки перед початком посівної кампанії сприяють рівномірному розподілу насіння.

Одним із важливих параметрів є глибина загортання насіння, яка залежить від конструкції сошників та системи прикочування. Нерівномірна глибина призводить до різночасних сходів, що негативно впливає на врожайність. Фактори, що впливають на глибину загортання:

- Тиск сошників на ґрунт;
- Вологість і структура ґрунту;
- Наявність ущільнювальних та вирівнюючих котків.

Сучасні сівалки обладнані системами автоматичного регулювання глибини загортання, що значно підвищує рівномірність сходів.

Швидкість руху сівалки має безпосередній вплив на рівномірність розміщення насіння. Зі збільшенням швидкості можливі відхилення у відстані між насінинами через коливання дозуючого механізму та сошників. Оптимальна швидкість сівалки залежить від типу культури, ґрунтових умов та конструктивних особливостей машини.

Вплив швидкості руху сівалки на показники якості посіву є важливим аспектом у сільському господарстві, оскільки саме від цього фактора значною мірою залежить рівномірність розподілу насіння, глибина загортання та подальший розвиток рослин. Вибір оптимальної швидкості сівалки дозволяє забезпечити високу якість посіву та підвищити врожайність.

Одним із головних показників якості посіву є рівномірність розподілу насіння в рядку. При надмірно високій швидкості сівалки можливе нерівномірне висівання, що призводить до утворення пустот або згущень, які негативно впливають на ріст і розвиток рослин. Дослідження показують, що оптимальна швидкість для більшості механічних сівалок знаходиться в межах 6-8 км/год, тоді як для пневматичних сівалок допускається швидкість до 10-12 км/год за умови точного регулювання робочих органів.

Глибина загортання насіння також залежить від швидкості руху сівалки. При надто високій швидкості робочі органи сівалки можуть не забезпечити рівномірного загортання, що призводить до різної глибини посіву. Це, своєю чергою, викликає нерівномірність сходів, оскільки глибше загорнуте насіння потребує більше часу для проростання. Оптимальна швидкість дозволяє досягти стабільної глибини загортання, що сприяє дружним сходам.

Ще одним важливим аспектом є вплив швидкості на ступінь пошкодження насіння. При високих швидкостях зростає ризик механічного пошкодження зерен, особливо у випадку чутливих культур, таких як

кукурудза чи соя. Це може призвести до зниження схожості та врожайності. Тому для культур, які мають тендітне насіння, рекомендується знижувати швидкість сівалки, щоб уникнути ударів і тертя в дозувальних механізмах.

Також варто враховувати залежність якості посіву від типу ґрунту та його підготовки. На пухких і легких ґрунтах висока швидкість може спричинити сильне розкидання насіння, тоді як на важких ґрунтах може виникати недостатнє загортання через недостатню силу притискних котків. Тому при роботі на різних типах ґрунтів необхідно коригувати швидкість руху сівалки для досягнення оптимальних результатів.

Значний вплив на якість посіву має також технологічний стан сівалки. Зношені або неправильно налаштовані робочі органи можуть погіршувати рівномірність висіву навіть при оптимальній швидкості. Тому перед початком посівних робіт важливо перевіряти стан дозувальних механізмів, сошників, котків і системи регулювання глибини загортання.

Загалом, для досягнення високої якості посіву необхідно дотримуватися балансу між швидкістю руху сівалки, якістю підготовки ґрунту та станом посівного агрегату. Оптимальна швидкість дозволяє забезпечити рівномірність висіву, належну глибину загортання та мінімізувати пошкодження насіння, що в підсумку сприяє підвищенню врожайності та ефективності сільськогосподарського виробництва.

Структура та вологість ґрунту також суттєво впливають на якість висіву. Надмірно вологий ґрунт може призводити до налипання частинок на робочі органи сівалки, що погіршує точність висіву. Занадто сухий або надто ущільнений ґрунт може спричинити нерівномірне загортання насіння та його погане проростання.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СІВАЛКИ ТОЧНОГО ВИСІВУ

3.1 Будова та особливості застосування сівалки

Сівалка Horsch Maestro – це високопродуктивна сучасна машина для точного висіву, що відзначається високою точністю дозування та рівномірним розподілом насіння. Вона оснащена вакуумною дозувальною системою AirVac, що забезпечує стабільну подачу насіння з мінімальними відхиленнями від норми висіву. Завдяки великому центральному бункеру для насіння та добрив, Maestro дозволяє зменшити кількість зупинок для дозаправки, що підвищує ефективність роботи. Паралелограмна навіска сошників гарантує оптимальний контакт з ґрунтом, а система автоматичного контролю тиску на сошники AutoForce дає змогу адаптуватися до різних типів ґрунтів і забезпечити рівномірну глибину висіву. Ширина захвату може змінюватися залежно від моделі, що дозволяє використовувати сівалку для різних агротехнологій. Велика робоча швидкість, що досягає 15–20 км/год, забезпечує високу продуктивність навіть у складних польових умовах. Система SectionControl дозволяє автоматично відключати секції для економії насіння та запобігання перекриттям. Сівалки Maestro можуть бути у версіях з різною кількістю рядків і міжряддями, що дає змогу адаптувати їх під конкретні потреби господарства. Інтуїтивно зрозуміла електроніка та інтеграція з системами точного землеробства дозволяють ефективно контролювати всі параметри сівби та вносити корективи в режимі реального часу.

При дослідженні посіву кукурудзи застосували сівалку *Horsch Maestro SW* (Хорш, Німеччина) з системою керування нормою та секціями, що агрегатували з трактором *John Deere 8250R*. дванадцять висівних секцій сівалки розміщувались з відстанню 70 см поміж ними. Керування сівалкою відбувалося за допомогою бортового комп'ютера *2630 John Deere (GreenStar – 3, Deere and Company)*, що був поєднаний

з електричним блоком керування (ECU/ЕБК) сівалки через протокол *ISOBUS*. Посівну машину було запрограмовано на автоматичне керування висівними секціями через автоматичне керування приводними електродвигунами (*BG 45x15 SI, Dunkermotoren*) окремих висівних секцій на основі інформації про попередньо засіяні площі, що отримувались при допомозі GPS на сівалці. Блок керування використовував отриману з GPS швидкість, для визначення бажаних обертів електродвигуна, і відповідно, отримання необхідної частоти обертів диска. Сенсори фактичного висіву (*Hu Rate Plus, Dickey – John Corp.*) були встановлені всередині всіх насіннепроводів висівних секцій, щоб надати зворотний зв'язок про кількість фактично висіяних насінин, двійників і пропусків, що також можна побачити на дисплеї. Кожна висівна секція сівалки на заводі була обладнана тензодатчиком (*6784, Horsch Maschinen*), розробленим для вимірювання в діапазоні від 0 до 1000 кгс з лінійним аналоговим виходом в діапазоні 3...20 мА.

Зазначені вище датчики були підключені через модулі С-серії (*National Instruments, Ausin, TX*) до шасі NI cRIO, а сигнали надходили з частотою дискретизації 10 Гц.



Рис. 1 - Загальний вигляд пневматичної сівалки «Horsch Maestro» з електроприводом висівних апаратів.

3.2 Умови проведення випробувань

Полбві досліди проводили на зкультивованому полі за температури повітря 13°C та при відносній вологості 64%, швидкості вітру 4 м/с і напрямку вітру відносно траєкторії руху машини приблизно 75 град. Територія мала рівнинний рельєф та вирівняний мікрорельєф.

Під час випробувань Horsch Maestro була агрегована з трактором John Deere 8250 R.

Випробування сівалки «Horsch Maestro» з електроприводом висівних апаратів здійснювались на посіві кукурудзи в визначені агротехнічні терміни. Проводячи польові тестування, визначили показники якості посіву на різних режимах роботи посівної машини. Показники умов посіву приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Показники умов випробувань

Показник	Значення показника заданими випробувань
Марка машини	Horsch Maestro
Культура	Кукурудза
Маса 1000 шт насінин, г	301,2
Вологість насіння, %	10,2
Тип ґрунту та назва по механічному складу	чорнозем
Рельєф	важкосуглинковий
Мікрорельєф	рівний
	вирівнений
Вологість ґрунту, %, по прошарках, см. від 0 до 5 вкл.	39,65
більше 5 до 10 вкл	37,43
Глибина розпушеного шару ґрунту: - середня, см	6 - 8
Кількість рослинних залишків, шт./м ²	22
Маса рослинних залишків, г/м ²	24,0
Попередній обробіток	культивация на 6-8см

3.3 Програма та методика експериментальних досліджень

Під час роботи посівної машини нами досліджувались значення наступних показників: рівномірність глибини висіву насіння, інтервал між

зернинами, рівномірність дозування висівними апаратами, середній інтервал між насінинами в рядку, відсоток дотримання належного інтервалу при трьох швидкостях руху посівного агрегату.

Для кожної культури вимірювання показників якості проводили при робочих швидкостях агрегату 1,67 м/с, 2,5 м/с та 3,33 м/с. Норму висіву кукурудзи встановлювали 72 тис. шт./га. Отже інтервали між рослинами при даній нормі мають бути 20,06 см. Проводили два типи випробувань: спочатку стендові випробування з симулюванням необхідної швидкості, а потім польові.

Збір польових даних

Інтервал між рослинами

Відстань між рослинами в рядку (інтервал) вимірювали після появи повних сходів. Стандартну вимірювальну стрічку укладали вздовж смуги довжиною 14 м, потім записували значення фактичних інтервалів. Теоретична відстань між рослинами розраховувалась на основі запланованої популяції рослин та відстані між рядками посівної машини.

Виходячи з встановленої популяції рослин і відстані між рядками, розрахована теоретична відстань між рослинами склала 20,06 см. Оскільки показник стандартного відхилення сам по собі не говорить про однорідність у насадженні, були визначені кількості пропусків та двійників разом із точністю, щоб кількісно оцінити узгодженість інтервалу між рослинами в рядку відносно теоретичної відстані (St). Тобто, показники рівномірності інтервалу між рослинами, застосовані в цьому досліді, відповідали індексам, що встановлені Міжнародною організацією стандартизації, які теж застосовувалися в даному дослідженні. Це індекс пропусків, індекс кратності та точність. Індексом кратності (D) визначається кількість інтервалів в кожному ряду, які менші або дорівнюють $0,6 St$. Це обчислюється за формулою:

$$D = \frac{nD}{N},$$

де nD — кількість заміряних інтервалів, що менші або рівні 12,04 см.

N - загальна кількість інтервалів, виміряних в кожному ряду.

Міс-індекс (M) показує кількість пропусків в кожному ряду, які в 1,4 раза перевищують значення St . Цей індекс розраховували за формулою:

$$M = \frac{nM}{N},$$

де nM — значення вимірної відстані між рослинами в ряду, яке перевищує 28,08см.

Індекс якості живлення (A) показує частку виміряних інтервалів на кожному ряду, довжина яких знаходиться в межах 0,5 та 1,4 St . Для обчислення цього індексу користувались наступною формулою:

$$A = nA/N,$$

де nA - це кількість заміряних інтервалів, які знаходяться в межах 10,03...28,08 см. Індекс точності або прецизійності (C) кількісно характеризує мінливість інтервалу між рослинами за виключенням кількості пропусків та двійників. Менші значення вказують на меншу мінливість інтервалів.

Глибина посіву

Вимірювання глибини посіву проводили шляхом підкопування насінин рослин, що вже зійшли, вручну і вимірюванням відстані насінин від поверхні ґрунту. Підкопування проводили шляхом зіскрібання шару пухкого ґрунту до насінини, а плоска рейка була розміщена на борозні за напрямком руху посівної машини. Стандартна 0,5-метрова лінійка використовувалась для вимірювання глибини висіву, розташуванням її перпендикулярно до плоскої рейки з нульовою позначкою поруч із насінинами. Покази записували з точністю до 1,0см.

Під час дослідів для вимірів показників нами застосовувались лінійки і рулетки. Показники і способи їх вимірювань наведені в таблиці 2 та на рис. 2 та рис. 3.

Контрольовані показники на посіві зернових культур

Показник	Кількість замірів	Прилад або пристосування	Спосіб заміру
Глибина посіву насіння, мм	Не менше 5	Лінійка	Розкопували рядки по ширині захвату та приставляючи лінійку визначали
Відстань між насінинами в рядку, мм	Не менше 5	Рулетка	Розкопували рядки по ширині захвату та клали рулетку вздовж рядка



Рис. 2 - Визначення відстані між насінинами в рядку



Рис. 3 - Визначення глибини посіву

3.4 Аналіз показників роботи висівних апаратів на стендових випробуваннях

На рис. 4 продемонстровано зміни відхилення фактичної норми висіву залежно від зміни робочої швидкості посівного агрегату при висіві кукурудзи. Найгірші показники забезпечення норми з відхиленням 5,2 % було зафіксовано при швидкості руху машини 3,33 м/с, а найкращі при швидкості посівного агрегату 1,67 м/с (1,2%). Також варто зазначити, що відхилення від встановленої нами норми висіву зростало (якість дозування знижувалась) при збільшенні робочої швидкості руху.

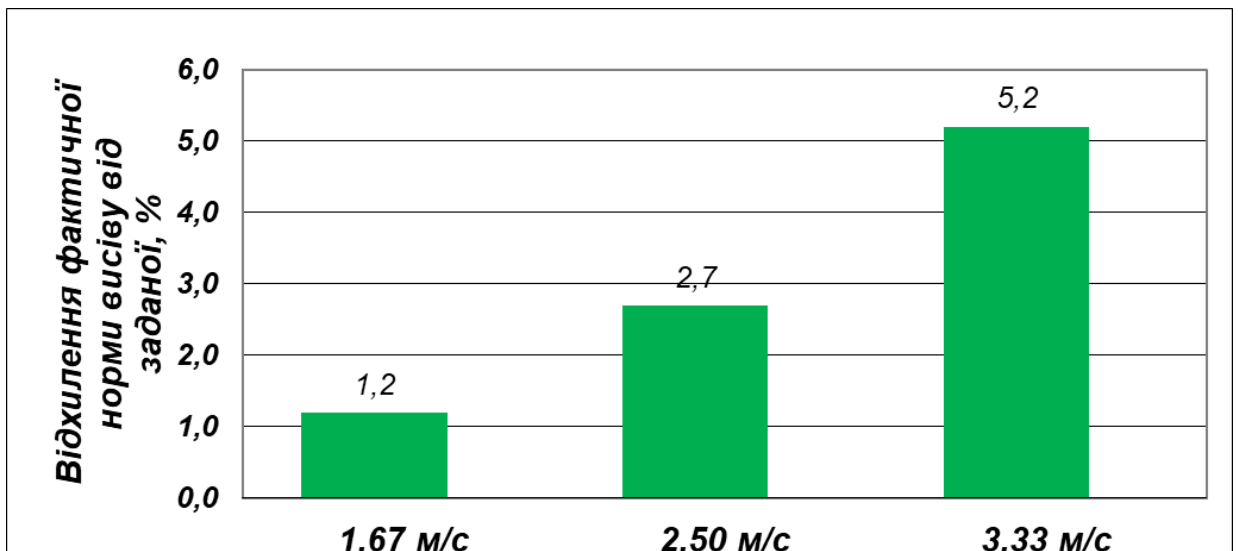


Рис. 4 - Залежність відхилення фактичної норми висіву від робочої швидкості

На рис. 5 продемонстровано зміни нерівномірності висіву між секціями сівалки залежно від симульованої швидкості руху посівного агрегату. Досліди продемонстрували, що нерівномірність дозування між висівними апаратами зростає на більших швидкостях руху. Найбільше значення 0,95 % спостерігалось при симульованні швидкості руху сівалки 3,33 м/с, а найнижче при швидкості 1,67 м/с (0,37%). Це можна пояснити як недостатньою точністю в налаштуваннях висівних апаратів.

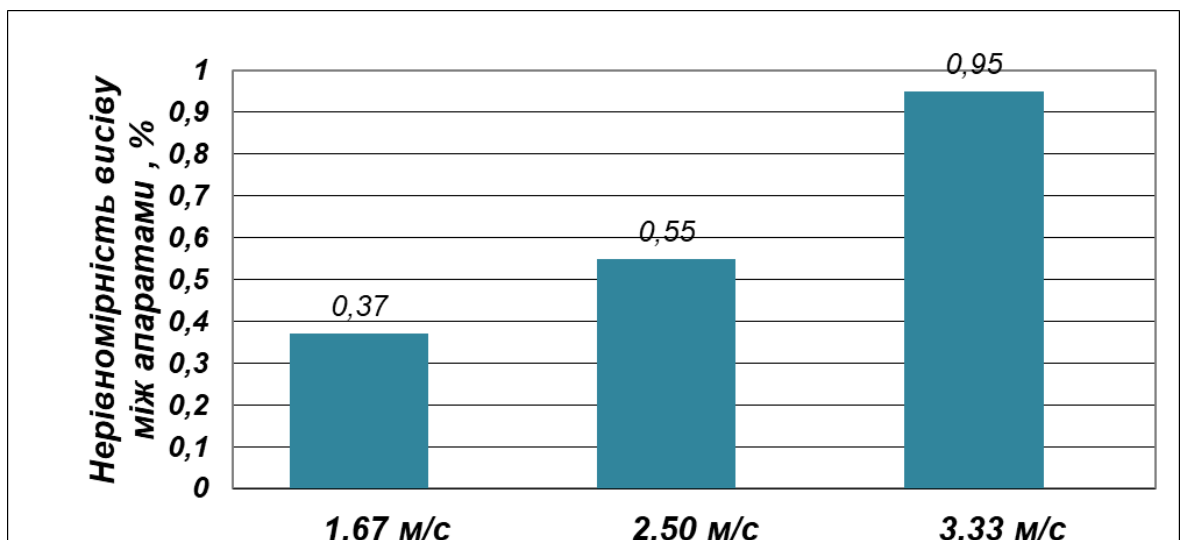


Рис. 5- Залежність нерівномірності висіву між апаратами від робочої швидкості.

3.5 Аналіз результатів польових випробувань сівалки

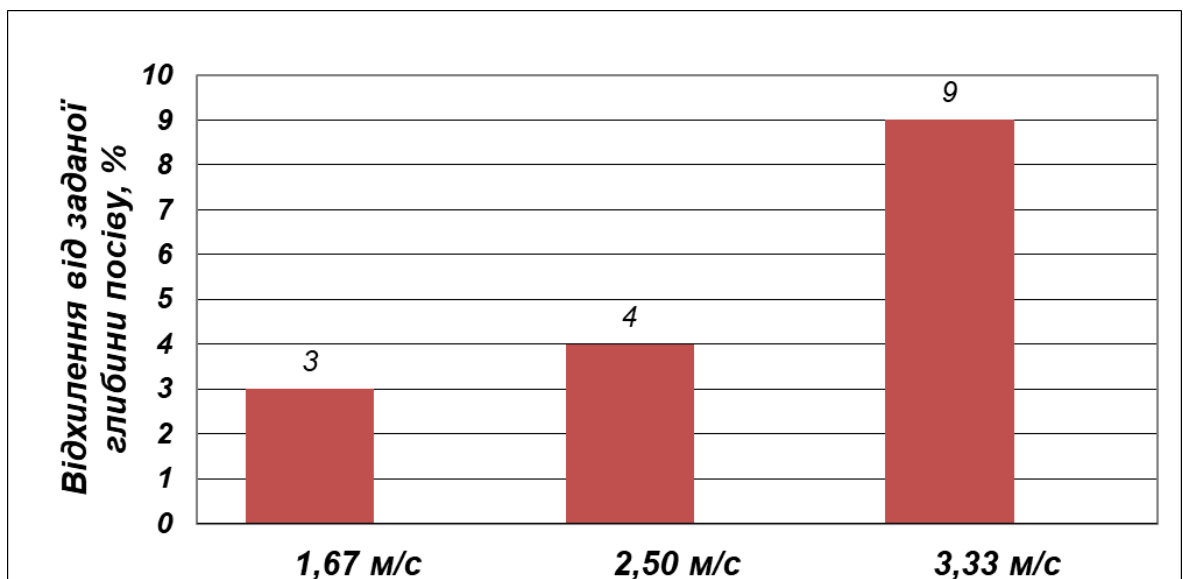


Рис. 6 - Залежність відхилення заданої глибини посіву кукурудзи від робочої швидкості агрегату

Графік на рис. 6 ілюструє залежність відхилень від заданої глибини висіву кукурудзи від швидкості руху сівалки. З нього видно, що зі збільшенням швидкості агрегату зростали і значення відхилень. Максимальне відхилення, яке досягло 9%, було зафіксоване при русі сівалки зі швидкістю 3,33 м/с, тоді як мінімальне відхилення в 3% спостерігалось при швидкості 1,67 м/с.

На рисунку 7 представлено зміну відхилень фактичної норми висіву залежно від швидкості руху посівного агрегату. Найменша точність, що становила 7,2%, була зафіксована при швидкості 3,33 м/с, тоді як найвища точність – 1,5% – відповідала швидкості 1,67 м/с. Діаграма підтверджує тенденцію до зростання відхилень із підвищенням швидкості руху.

На рисунку 8 представлено динаміку зміни відсотка дотримання належного інтервалу між насінинами в ряду залежно від робочої швидкості руху агрегату. З діаграми можна спостерігати тенденцію до зменшення цього показника зі збільшенням швидкості агрегату.

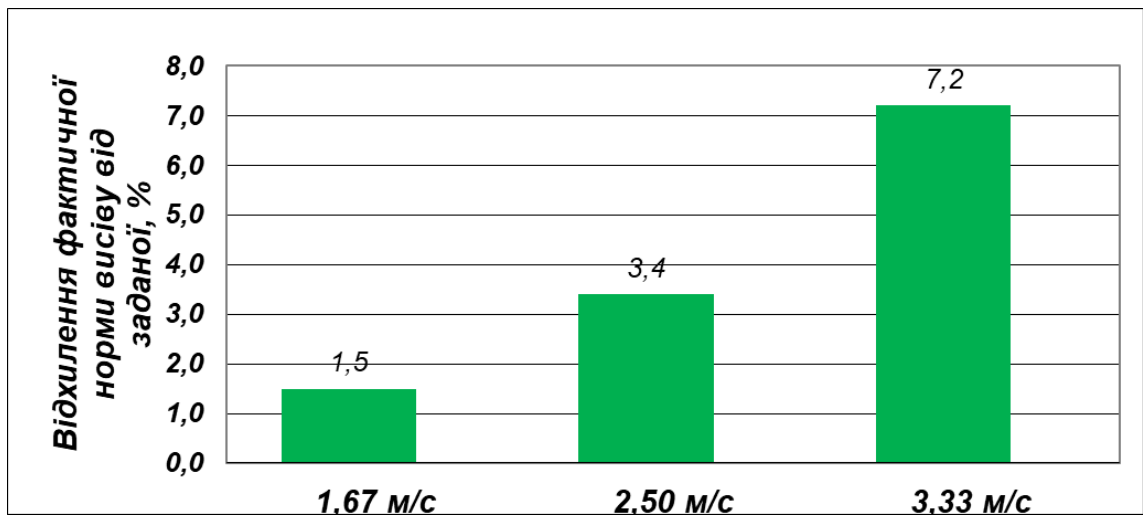


Рис. 7 - Залежність відхилення фактичної норми висіву від робочої швидкості агрегату

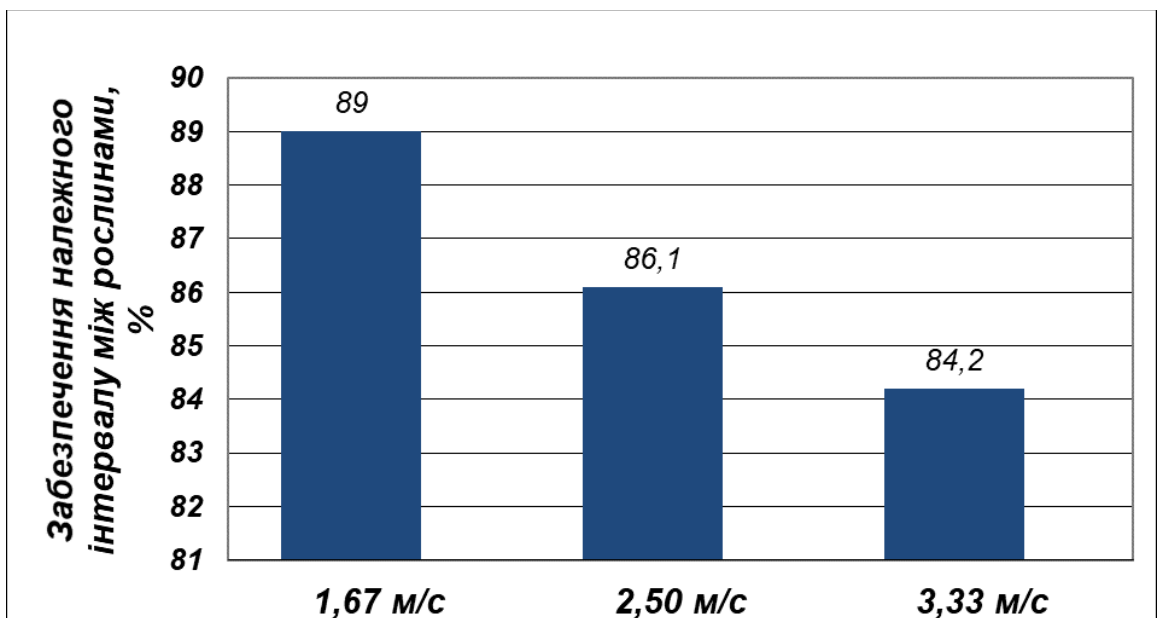


Рис. 8 - Відсоток забезпечення належного інтервалу між рослинами при посіві кукурудзи

Найменша точність, зафіксована при русі агрегату зі швидкістю 3,33 м/с, становила 84,2%, тоді як максимальне значення у 89% спостерігалось при швидкості 1,67 м/с. Аналіз діаграми свідчить, що зі збільшенням швидкості точність дотримання необхідного інтервалу поступово знижувалася.

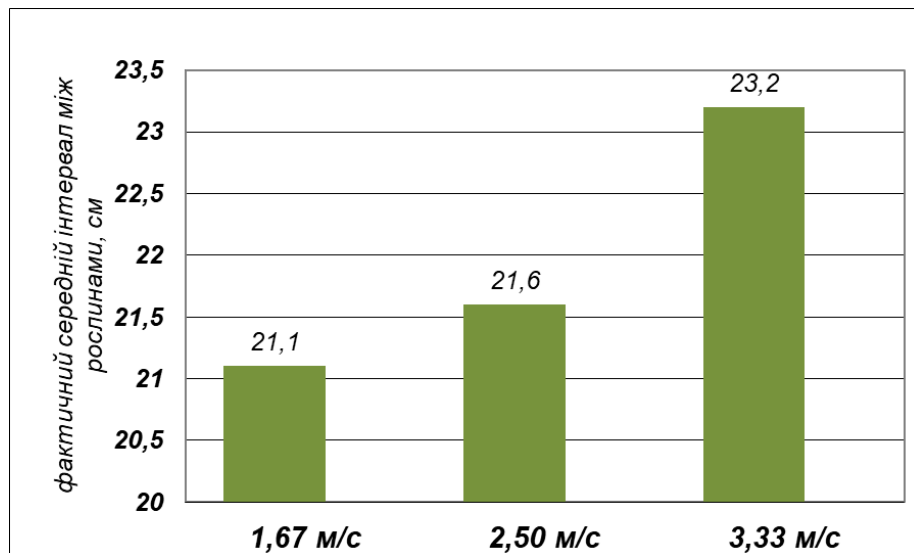


Рис. 9 - Зміна середнього інтервалу між рослинами при посіві.

На рисунку 9 відображено, як змінювалася середня відстань між насінинами в рядку залежно від швидкості руху агрегату. З аналізу діаграми видно, що зі збільшенням швидкості руху середній інтервал між насінинами також зростає. Максимальне значення цього параметра (23,2 см) спостерігалось при швидкості 3,33 м/с, тоді як найменша відстань (21,1 см) була зафіксована при русі зі швидкістю 1,67 м/с. Отже, підвищення швидкості агрегату спричиняє збільшення середнього інтервалу між насінням у рядку.

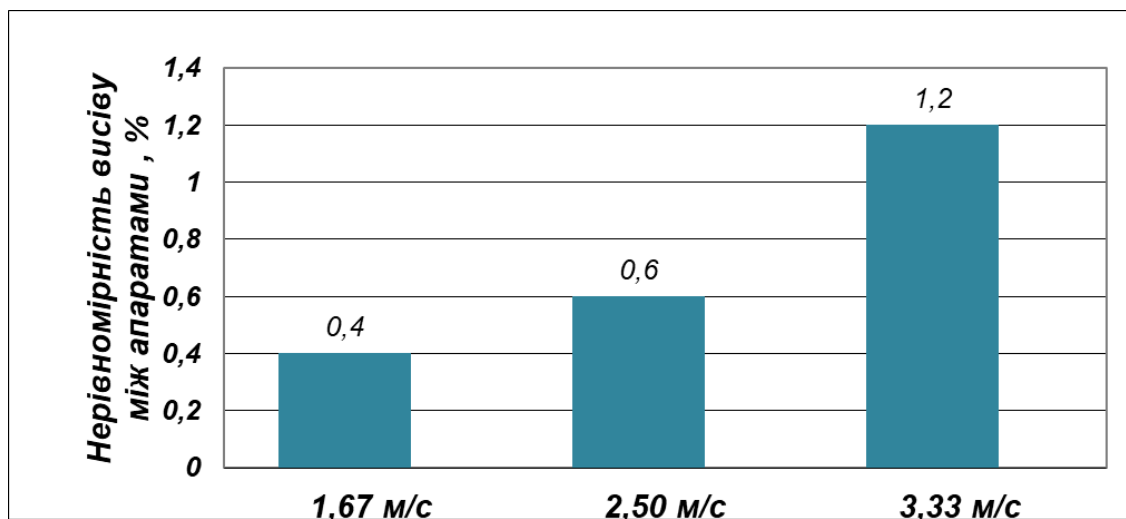


Рис. 10 - Залежність нерівномірності висіву між апаратами від робочої швидкості

На рис. 10 представлено динаміку змін нерівномірності висіву між висівними апаратами за різних робочих швидкостей посівного агрегату в польових умовах. Експеримент показав, що зі збільшенням швидкості руху агрегату нерівномірність висіву зростає. Максимальне значення цього показника, що склало 1,2%, було зафіксовано при швидкості 3,33 м/с, тоді як мінімальне – 0,4% – спостерігалось при швидкості 1,67 м/с. Варто зазначити, що в реальних польових умовах ці показники дещо перевищували результати стендових випробувань.

Аналіз отриманих експериментальних даних дозволив встановити оптимальні параметри швидкості руху посівного агрегату, за яких технологічний процес сівби кукурудзи виконується з максимальною якістю.

З'ясовано, що найбільш доцільним є діапазон швидкостей 1,67–2,5 м/с. Подальше підвищення швидкості негативно впливало на всі досліджувані якісні показники, а при досягненні 3,33 м/с вони виходили за межі встановлених агротехнічних вимог.

ВИСНОВКИ

Здійснюючи вибір типу посівних машин та їхніх параметрів, слід зважати на цілий комплекс чинників, зокрема, глибину посіву, тип ґрунту, вологість, наявність рослинних решток, особливості сорту тощо, а також слід враховувати неоднорідність ґрунтових умов в межах одного поля.

Аналіз експериментальних даних дав можливість визначити оптимальні параметри швидкості руху посівного агрегату при яких можливо виконати технологічний процес посіву кукурудзи з забезпеченням максимальних значень якісних показників.

Так нами було визначено, що оптимальним діапазоном швидкостей є 1,67 – 2,5 м/с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Схожість насіння як один із важливих показників [Електронний ресурс] // syngenta.ua. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.syngenta.ua/news/novini-kompaniyi/shozhist-nasinnya-yak-odin-iz-vazhlyvih-pokaznykiv>.
2. Чому необхідно перевіряти схожість насіння перед посівом [Електронний ресурс] // Головне управління Держпродспоживслужби в Черкаській області. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/hromadianam/upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/novyny-upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/1965-chomu-neobkhidno-pereviriaty-skhozhist-nasinnia-pered-posivom>.
3. Полторецький С. П. Оцінка залежності врожайності і показників якості насіння проса залежно від строку та способу сівби / С. П. Полторецький, Н. М. Полторецька. // ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії. – 2019. – №4. – С. 29–31.
4. Радіонов Д. Якість висіву соняшнику 94%, або Tempo F — сівалка, яку потрібно розуміти [Електронний ресурс] / Д. Радіонов // Агробізнес сьогодні. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/11904-yakist-vysivu-sonyashnyku-94protsent-abo-tempo-f-sivalka-iaku-potribno-rozumity.html>.
5. Котигора О. Вплив строків та норм висіву на урожайність соняшника [Електронний ресурс] / О. Котигора // СуперАгроном. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/articles/484-oleksandr-kotigora-vpliv-strokov-ta-norm-visivu-na-urojajnist-sonyashnika>.
6. Сіяти соняшник зі змінною нормою чи ні? Результати дослідів на 50 полях [Електронний ресурс] // Агроном. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/siyaty-sonyashnyk-zi-zminnoyu-normoyu-chy-ni-rezultaty-doslidu-na-50-polyah/>.

7. Посів соняшнику на міжряддя 12,5 см [Електронний ресурс] // Агробізнес сьогодні. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2355-posiv-soniashnyku-na-mizhriaddia-12-5-sm.html>.
8. Фактори, які впливають на прибуткове вирощування гібридів кукурудзи [Електронний ресурс] // Seed Ukraine. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://seed-ua.com/ua/factory-yaki-vplyvayut-na-prybutkove-vyroshhuvannya-gibrydiv-kukurudzy/>.
9. Amankulova K., Farmonov N., Mucsi L. Time-series analysis of Sentinel-2 satellite images for sunflower yield estimation, Smart Agricultural Technology, Vol. 3, 2023 DOI:10.1016/j.atech.2022.100098.
10. Налаштування сівалок при проблемах з посівом і глибиною заробки насіння [Електронний ресурс] // Поради від команди DEKALB. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dekalb.ua/agronomichna-biblioteka/porady-vid-monsanto/nalashtuvannja-sivalok>.
11. Легкодух І. Автоматизовані системи контролю якості сівби для просапних сівалок [Електронний ресурс] / І. Легкодух, Н. Легкодух // Агросеа. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://agrosea.com.ua/UKRNIPVT_POGORILOGO/.
12. Процеси, машини та обладнання АПВ [Текст] : навч. посіб. / М. О. Свірень, В. П. Смірнов, І. М. Осипов та ін. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2018. - 296 с.
13. Як оцінити якість посіву? Plant Counting: Pogostick та дрони [Електронний ресурс] // aggeek. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://aggeek.net/ru-blog/yak-otsiniti-yakist-posivu-plant-counting-pogostick-ta-droni>.
14. Правильний посів: основні фактори, що впливають на врожайність під час сівби польових культур. [Електронний ресурс] // AgroDay. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://agroday.com.ua/2019/05/14/pravylnyj-posiv-osnovni-factory-shho>

vplyvayut-na-vrozhajnist-pid-chas-sivby-polovyyh-kultur/.

15. Морозов І. Фактори ефективності сівалок [Електронний ресурс] / І. Морозов, М. Макаренко // Агробізнес Сьогодні. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1138-factory-efektyvnosti-sivalok.html>.

16. Васильченко В. Фактори, які визначають якість сівби [Електронний ресурс] / В. Васильченко, В. Опалко // Агроном. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/factory-yaki-vyznachayut-yakist-sivby/>.

17. Спосіб оцінки точності висіву [Електронний ресурс] / О.Банний, А. Новицький, С. Карабиньощ, Ю. Новицький // Пропозиція, № 5. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/sposib-ocinky-tochnosti-vysivu>.

18. Shannon D., Clay E., Kitchen N. (2018). Precision Agriculture Basics. American Society of Agronomy, Incorporated, 230p.

19. Jupp L. (2018). Precision Farming From Above. Writing Matters Publishing, 113 p.

20. Zubko V., Sirenko V., Kuzina T., Onychko V., Sokolik S., Roubik H., Koszelg M., Shchurh T. (2022) Modelling wheat grain flow during sowing based on the model of grain with shifted center of gravity. Agricultural Engineering, Vol. 26 , No 1 , pp. 25-37 DOI: 10.2478/agriceng-2022-0003.

21. Delta Force [Електронний ресурс] // Precision Planting. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.precisionplanting.com/products/product/deltaforce>.

22. Збірник методик з використання машин в землеробстві /За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.

23. Павлюк І. Вимоги охорони праці при проведенні посівних робіт [Електронний ресурс] / І. Павлюк // Охорона праці і пожежна безпека. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://oppb.com.ua/content/vymogy-ohorony-praci-pry-provedenni-posivnyh-robit>.

24. Безпека працівника під час весняно-польових робіт першочергове завдання роботодавця [Електронний ресурс] // Управління держпраці у хмельницькій області. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://km.dsp.gov.ua/news/572-bezpeka-pracvnika-pd-chas-vesnyano-polovih-robt-pershochergove-zavdannya-robotodavcya.html>.

25. Тарельник Н.В. Методичні вказівки до виконання розділу: «Техніко-економічне обґрунтування» магістерської роботи 2м курсу спеціальності 208 Агроінженерія денної і заочної форм навчання . – Суми: СНАУ, 2020. – 26 с.

Додатки