

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

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Михайло ШУЛЯК

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за магістерським рівнем вищої освіти

на тему: «**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ**
ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ
ПІД ЧАС ОБРОБЛЕННЯ ҐРУНТУ НА ТОВ «БАСАГРОПРОМ»»

Виконав:

_____ (підпис)

Максим ЖАДЕН

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Група:

СТЗ 2402-2м

Науковий керівник:

_____ (підпис)

Олександр ІВЧЕНКО

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент:

_____ (підпис)

Михайло ШУЛЯК

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2026

АНОТАЦІЯ

ЖАДЕН Максим Юрійович «Дослідження ефективності внутрішньогрунтового внесення добрив під час оброблення ґрунту на ТОВ «Басагропром»

Загальна характеристика роботи. Кваліфікаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-практичної задачі – оптимізації системи живлення кукурудзи шляхом впровадження технології внутрішньогрунтового (локально-стрічкового) внесення мінеральних добрив в умовах Північно-східного Лісостепу України. Робота викладена на 58 сторінках, містить 27 рисунків, 12 таблиць та список використаних джерел із 20 найменувань, одного додатку.

Актуальність теми. У сучасному аграрному виробництві добрива є головним чинником інтенсифікації, що визначає рівень урожайності та якість продукції. В умовах України, де після кризи 2022 року спостерігається поступове відновлення обсягів внесення добрив (з 55 кг/га у 2022 р. до 95-100 кг/га у 2023-2024 рр.), питання ефективності кожного кілограма діючої речовини стає критичним. Існує значний дисбаланс у структурі споживання: понад 65% становлять азотні добрива, що створює ризик однобічного живлення та деградації ґрунтів. Перехід до внутрішньогрунтового внесення дозволяє зменшити екологічні ризики та підвищити окупність витрат.

Мета дослідження полягає у визначенні ефективності внутрішньогрунтового внесення добрив, обґрунтуванні оптимальних доз (N120P90K60–90) та способів їх застосування для підвищення врожайності кукурудзи та збереження родючості чорноземів.

Об'єкт дослідження – агротехнологічний процес внесення добрив.

Предмет дослідження – вплив різних норм і методів внесення на продуктивність кукурудзи та стан ґрунту.

Методологія та умови проведення досліджень. Польові дослідження проводилися на базі ТОВ «Басагропром» (Сумська область). Ґрунтовий покрив

представлений чорноземом типовим із вмістом гумусу 4,2–4,5% та нейтральною реакцією рН (6,3–6,5).

Технічне забезпечення експерименту включало:

Трактор New Holland T7060 (потужністю 213 к.с.);

Комбінований агрегат Senius (AMAZONEN-Werke) для внутрішньогрунтового внесення на глибину 10–12 см;

Сівалку KUHN Planter 3M та комбайн Claas Lexion 480.

Основний зміст і результати роботи.

1. Аналіз стану галузі: Встановлено, що внутрішньогрунтове внесення є відповіддю на виклики війни та зростання цін на енергоносії. Застосування лише мінеральних систем без органіки призводить до підкислення ґрунтів, тоді як поєднання NPK із гноєм (30 т/га) підвищує вміст гумусу до 4,1%.

2. Теоретичне обґрунтування: Доведено, що найефективнішим є двошарове внесення добрив: перший шар на 10–12 см (зона активного росту коренів) та другий шар до 30 см (для забезпечення рослин вологою та живленням у критичні фази). Оптимальна відстань між робочими органами в поперечній площині має бути не менше 28 см.

3. Експериментальні дані: Дослідження восьми гібридів кукурудзи (зокрема Syngenta Феномен, Піонер 3981, LG Seeds ЛГ30273) показали, що внутрішньогрунтове внесення забезпечує приріст урожайності на рівні 6–8 ц/га порівняно з розкидним способом.

На контролі (без добрив) середня врожайність склала 49,3 ц/га.

При дозі N120P90K90 внутрішньогрунтовим методом урожайність досягла 68,6 ц/га (максимальний показник серед усіх варіантів).

Найкращу реакцію на локальне живлення продемонстрував гібрид Syngenta Феномен (різниця між способами внесення при дозі N90P60K60 склала понад 22 ц/га) та Піонер 3981 (максимум 76,2 ц/га).

Економічна та екологічна ефективність.

Економіка: Внутрішньогрунтове внесення добрив під кукурудзу забезпечує додатковий прибуток у розмірі 9,5–11,8 тис. грн/га. Рівень

рентабельності при дозі N120P90K90 становить 94%, що є оптимальним співвідношенням витрат і результату.

Екологія: Запропонована технологія знижує ризик забруднення підземних вод нітратами на 25–30% та зменшує викиди оксидів азоту в атмосферу. Внутрішньогрунтове внесення сприяє зростанню вмісту гумусу на 0,05–0,07% щорічно за умови поєднання з сидератами.

Таким чином, робота підтверджує, що для умов Сумської області найбільш ефективною системою є локально-стрічкове внесення дози N120P90K60 під основний обробіток ґрунту агрегатами типу «Senius». Це забезпечує підвищення коефіцієнта використання азоту до 54–58% та стабільну врожайність зерна на рівні 8,5–9,2 т/га (за інтенсивної технології). Результати дослідження рекомендовані до впровадження в ТОВ «Басагропром» та аналогічних господарствах Лісостепу.

Наукова новизна полягає в уточненні параметрів зон руйнування ґрунту плоскорізальними та розпушувальними органами для рівномірного об'ємного розподілу добрив у зоні еліпсоїдного розвитку кореневої системи кукурудзи.

Ключові слова: внутрішньогрунтове внесення, мінеральні добрива, кукурудза, врожайність, обробіток ґрунту, економічна ефективність, родючість ґрунту, чорнозем типовий.

ABSTRACT

ZHADEN Maksym «Study of the effectiveness of intra-soil fertilization during tillage at Basagroprom LLC»

General characteristics of the work. The qualification work is devoted to solving an urgent scientific and practical problem - optimization of the corn nutrition system by introducing the technology of intrasoil (local-tape) application of mineral fertilizers in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. The work is presented on 58 pages, contains 27 figures, 12 tables and a list of used sources from 20 items.

Relevance of the topic. In modern agricultural production, fertilizers are the main factor of intensification, which determines the level of yield and quality of products. In Ukraine, where, after the crisis of 2022, there is a gradual recovery of fertilizer application volumes (from 55 kg/ha in 2022 to 95-100 kg/ha in 2023-2024), the issue of the effectiveness of each kilogram of the active substance becomes critical. There is a significant imbalance in the structure of consumption: More than 65% are nitrogen fertilizers, which creates a risk of one-sided nutrition and soil degradation. The transition to intra-soil application allows you to reduce environmental risks and increase cost recovery.

The purpose of the study is to determine the effectiveness of intra-soil fertilization, substantiate the optimal doses (N120P90K60–90) and methods of their application to increase corn yields and preserve the fertility of chernozems.

The object of research is the agrotechnological process of fertilization.

The subject of the study is the influence of different norms and methods of application on corn productivity and soil condition.

Methodology and conditions for conducting research. Field research was carried out on the basis of Basagroprom LLC (Sumy region). The soil cover is represented by typical chernozem with a humus content of 4.2–4.5% and a neutral pH reaction (6.3–6.5).

The technical support of the experiment included:

New Holland T7060 tractor (213 hp);

Combined unit Cenius (AMAZONEN-Werke) for in-soil application to a depth of 10–12 cm;

KUHN Planter 3M seed drill and Claas Lexion 480 combine.

The main content and results of the work.

1. Analysis of the state of the industry: It has been established that intra-soil application is a response to the challenges of the war and rising energy prices. The use of only mineral systems without organic matter leads to acidification of soils, while the combination of NPK with manure (30 t/ha) increases the humus content to 4.1%.

2. Theoretical justification: It has been proven that the most effective is two-layer fertilization: the first layer of 10-12 cm (zone of active root growth) and the second layer up to 30 cm (to provide plants with moisture and nutrition in critical phases). The optimal distance between the working bodies in the transverse plane should be at least 28 cm.

3. Experimental data: Studies of eight corn hybrids (including Syngenta Phenomenon, Pioneer 3981, LG Seeds LG30273) showed that intra-soil application provides an increase in yield at the level of 6–8 c/ha compared to the scattering method.

At the control (without fertilizers), the average yield was 49.3 c/ha.

At a dose of N120P90K90 by the intrasoil method, the yield reached 68.6 c/ha (the maximum indicator among all options).

The best response to local nutrition was demonstrated by the hybrid Syngenta Phenomenon (the difference between the methods of application at a dose of N90P60K60 was more than 22 c/ha) and Pioneer 3981 (maximum 76.2 c/ha).

Economic and environmental efficiency.

Economy: Intrasoil fertilization for corn provides additional profit in the amount of 9.5–11.8 thousand tons. UAH/ha. The level of profitability at N120P90K90 dose is 94%, which is the optimal cost-benefit ratio.

Ecology: The proposed technology reduces the risk of groundwater pollution

with nitrates by 25–30% and reduces emissions of nitrogen oxides into the atmosphere. Intra-soil application contributes to an increase in humus content by 0.05–0.07% annually when combined with green manure.

Thus, the work confirms that for the conditions of the Sumy region, the most effective system is the local-tape application of the dose of N120P90K60 for the main tillage with units of the "Cenius" type. This ensures an increase in the nitrogen utilization rate to 54–58% and a stable grain yield of 8.5–9.2 t/ha (with intensive technology). The results of the study are recommended for implementation in Basagroprom LLC and similar farms of the Forest-Steppe.

The scientific novelty lies in the clarification of the parameters of soil destruction zones by flat-cutting and loosening organs for uniform volumetric distribution of fertilizers in the zone of ellipsoidal development of the corn root system.

Keywords: intrasoil application, mineral fertilizers, corn, yield, tillage, economic efficiency, soil fertility, typical black soil.

ЗМІСТ

	с.
Анотація.....	4
Abstract.....	7
ВСТУП.....	12
Розділ 1 Дослідження ефективності внутрішньогрунтового внесення добрив під час обробЛЕННЯ ґрунту, а також обґрунтування оптимальних доз і способів їх застосування з урахуванням агроекологічних умов господарства	14
1.1 Проаналізувати сучасний стан та тенденції використання добрив у землеробстві України.....	14
1.1.1 Загальна характеристика ситуації.....	14
1.1.2 Вплив війни на ринки добрив	17
1.1.3 Використання органічних добрив	17
1.1.4 Екологічні аспекти	17
1.1.5 Тенденції та перспективи.....	17
1.2 Визначити вплив різних видів і норм добрив на родючість ґрунту та врожайність культури.	18
1.2.1 Значення добрив у підвищенні родючості ґрунту	18
1.2.2 Види добрив та їх роль у живленні кукурудзи	18
1.2.3 Вплив норм добрив на родючість ґрунту та врожайність кукурудзи.....	19
1.3 Дослідити економічну та екологічну ефективність системи удобрення під час обробітку ґрунту	21
1.3.1 Економічна ефективність системи удобрення	21
1.3.2 Аналіз результатів економічних розрахунків	22
1.3.3 Екологічна ефективність системи удобрення	23
1.4 Висновок	24
Розділ 2 Розроблення методики проведення досліджень ефективності внутрішньогрунтового внесення добрив під час обробЛЕННЯ ґрунту.....	27

2.1	Планування польового дослідження та технічні засоби його проведення	27
2.1.1	Мета і завдання дослідження	27
2.1.2	Об'єкт і предмет дослідження	27
2.1.3	Місце і умови проведення досліджень	27
2.2	Розроблення схеми дослідження	36
2.2.1	Оцінити ефективність внутрішньогрунтового внесення добрив у порівнянні з поверхневим способом	36
2.2.2	Встановити оптимальні глибини, дози та строки внесення добрив під кукурудзу	40
2.3	Висновок	48
Розділ 3 Експериментальні дослідження та аналіз отриманих результатів		49
3.1	Загальна характеристика структури та матеріально-технічної бази підприємства	49
3.1.1	Характеристика господарства	49
3.1.2	Сорти і гібриди кукурудзи, запроваджені в господарстві	50
3.1.3	Природно-кліматичні умови вирощування кукурудзи	51
3.2	Оброблення експериментальних даних досліджень	53
3.3	Висновок	62
Висновки		63
Перелік джерел		65
Додаток А Копії публікації		68

ВСТУП

Актуальність теми. Раціональне використання добрив є одним із найважливіших напрямів підвищення родючості ґрунтів і забезпечення стабільного виробництва сільськогосподарської продукції. У сучасних умовах інтенсифікації землеробства внесення добрив виступає головним чинником, що визначає рівень урожайності та якість сільськогосподарських культур. Правильне застосування мінеральних і органічних добрив дозволяє не лише збільшити вихід продукції з одиниці площі, а й поліпшити фізико-хімічні властивості ґрунту, збалансувати його поживний режим, сприяти відновленню природної родючості.

Водночас нераціональне або надмірне використання добрив може призвести до деградації ґрунтів, забруднення довкілля, зниження екологічної безпеки агроландшафтів. Тому актуальним завданням сучасного аграрного виробництва є розроблення ефективних і екологічно безпечних систем удобрення, які враховують тип ґрунту, біологічні особливості культур, кліматичні умови регіону та рівень інтенсивності господарювання.

Мета та завдання роботи.

Метою даної дипломної роботи є дослідження ефективності внутрішньогрунтового внесення добрив під час обробітку ґрунту, а також обґрунтування оптимальних доз і способів їх застосування з урахуванням агроекологічних умов господарства.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких **завдань:**

Проаналізувати сучасний стан та тенденції використання добрив у землеробстві України.

Визначити вплив різних видів і норм добрив на родючість ґрунту та врожайність культури.

Дослідити економічну та екологічну ефективність запропонованої системи удобрення.

Об'єктом дослідження є агротехнологічний процес внесення добрив, а **предметом** – вплив добрив на продуктивність сільськогосподарських культур і стан ґрунту.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження отриманих результатів у виробничу практику для підвищення ефективності використання добрив та забезпечення сталого розвитку аграрного сектору.

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, трьох розділів, переліку джерел посилань. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 74 сторінок, у тому числі 23 рисунків, 16 таблиць, бібліографії з 21 джерела на 3 сторінках та додатку.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ ПІД ЧАС ОБРОБЛЕННЯ ГРУНТУ, А ТАКОЖ ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ДОЗ І СПОСОБІВ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ГОСПОДАРСТВА

1.1 Проаналізувати сучасний стан та тенденції використання добрив у землеробстві України.

1.1.1 Загальна характеристика ситуації.

Використання мінеральних і органічних добрив є одним із ключових чинників інтенсифікації землеробства, підвищення родючості ґрунтів та стабілізації врожайності основних культур. Для України, яка має значний потенціал аграрного виробництва, питання оптимізації живлення рослин набуває особливої актуальності в умовах війни, кліматичних змін і ринкової нестабільності. Після різкого спаду у 2022 році, спричиненого бойовими діями, порушенням логістичних ланцюгів і зростанням цін на добрива, вже у 2023-2025 роках спостерігається тенденція до поступового відновлення обсягів внесення добрив. Це стало можливим завдяки стабілізації постачання, активізації імпорту та адаптації аграріїв до нових умов господарювання.[19]

За даними Державної служби статистики України, у 2014-2023 роках обсяги використання мінеральних добрив коливалися в межах від 1,4 до 2,9 млн тонн у діючій речовині, а середнє внесення добрив зросло з приблизно 100 кг/га у 2014 р. до 165-170 кг/га у 2021 р. Війна спричинила різке зниження показників у 2022 році (до 55 кг/га), але вже у 2023 р. відбулося часткове відновлення (до 90-100 кг/га).[9]

Таблиця 1.1 – Динаміка внесення мінеральних добрив в Україні, 2014–2023 рр.

Рік	Внесено добрив, тис. тонн (діюча речовина)	Удобрена площа, млн га	Середнє внесення, кг/га	Азотні (N), тис. тонн	Фосфорні (P ₂ O ₅), тис. тонн	Калійні (K ₂ O), тис. тонн
2014	1472	14,7	100	950	300	222
2015	1415	14,5	98	930	280	205
2016	1729	15,6	110	1100	340	289
2017	2028	16,5	123	1300	400	328
2018	2151	16,1	134	1400	420	331
2019	2284	16,3	140	1500	440	344
2020	2800	17	165	1900	500	400
2021	2900	17,5	166	2000	520	380
2022	1900	12	55	1300	300	300
2023	2300	14	95	1500	400	400



Рисунок 1.1 – Діаграма кількості внесених добрив по рокам

Структура використання (N:P:K)

Аналіз структури показує суттєвий дисбаланс між азотом, фосфором і калієм.

Понад 65 % усіх внесених добрив становлять азотні сполуки (аміачна селітра, карбамід, КАС), близько 20 % - фосфорні (суперфосфати, аммофос), і лише 15 % - калійні.

Таке співвідношення формує ризик однобічного живлення рослин, що знижує ефективність використання поживних речовин і погіршує агрохімічні властивості ґрунту.

Для кукурудзи, як культури з високою потребою в азоті, поточна структура частково виправдана, однак нестача калію і фосфору обмежує реалізацію генетичного потенціалу урожайності та посилює нестійкість до стресових факторів (посухи, хвороби).[12]

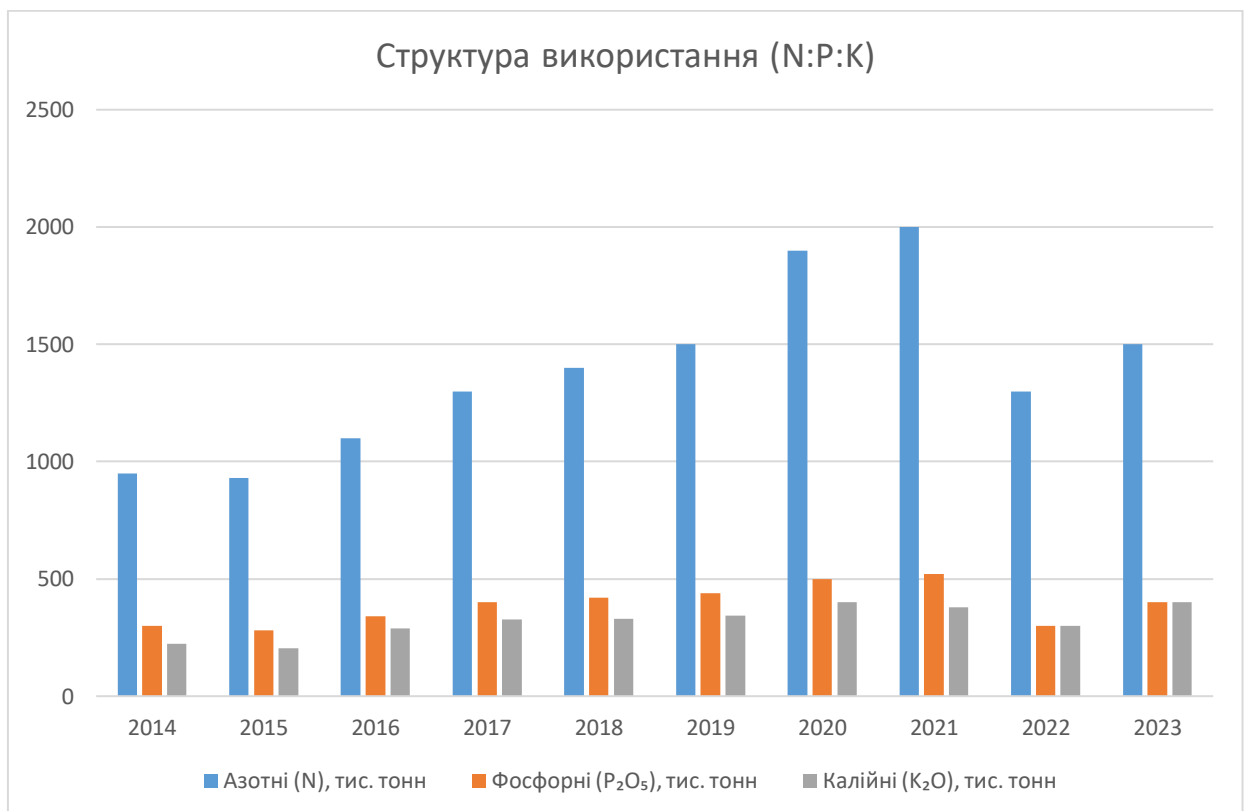


Рисунок 1.2 – Структура використання добрив

1.1.2 Вплив війни на ринки добрив

У 2022 р. Україна втратила частину власного виробництва добрив (зокрема, хімічні підприємства в Сєвєродонецьку, Горлівці, Одеському регіоні), а імпорту зменшився через руйнування портів і санкційні обмеження.

Проте вже у 2023-2024 рр. обсяги імпорту значно зросли: аграрії активно закупували добрива з Польщі, Литви, Румунії, Туреччини та країн ЄС.

Водночас зберігається залежність від коливань світових цін на газ, адже він є основною сировиною для виробництва азотних добрив.

1.1.3 Використання органічних добрив

Органічні добрива (гній, компост, сидерати) вносяться лише на 15–20 % сільськогосподарських угідь, що значно нижче від агроекологічно оптимального рівня.

Це пов'язано зі скороченням поголів'я ВРХ, недосконалістю технологій зберігання й транспортування гною, а також браком стимулів для використання органічної маси.

1.1.4 Екологічні аспекти

Надмірне та нераціональне використання азотних добрив призводить до:

- забруднення підземних вод нітратами;
- підкислення ґрунтів;
- зниження мікробіологічної активності;
- зростання викидів оксидів азоту (N_2O) у повітря.

Натомість системне застосування орґано-мінєральних схем і збалансоване співвідношення N:P:K сприяє покращенню гумусного стану ґрунтів і збереженню родючості.[10]

1.1.5 Тенденції та перспективи

1) Поступове відновлення після 2022 р.

Обсяги внесення добрив у 2023 р. зросли на 20–25 % порівняно з кризовим роком.

2) Зростання ролі імпорту.

Основні постачальники - країни ЄС і Туреччина.

3) Впровадження точного землеробства.

Використання GPS-технологій, диференційованого внесення добрив та аналізів ґрунтів дозволяє знижувати витрати і підвищувати ефективність.

4) Попит на комплексні та добрива з мікроелементами.

Аграрії переходять до NPK-комплексів (наприклад, 16:16:16, 10:26:26) замість окремих добрив.

5) Підвищення інтересу до біостимуляторів, мікробіологічних препаратів і сидератів.

1.2 Визначити вплив різних видів і норм добрив на родючість ґрунту та врожайність культури.

1.2.1 Значення добрив у підвищенні родючості ґрунту

Добрива є одним із головних чинників інтенсифікації землеробства. Вони забезпечують рослини необхідними елементами живлення, сприяють підвищенню біологічної активності ґрунту, поліпшують його фізико-хімічні властивості, структуру, водопроникність і вологомісткість. Для кукурудзи, як високопродуктивної культури з великою потребою в поживних речовинах, внесення добрив має особливо важливе значення. Кукурудза формує потужну вегетативну масу та виносить із ґрунту значну кількість елементів живлення: на формування 1 т зерна з відповідною кількістю побічної продукції рослини використовують у середньому 25–30 кг азоту (N), 10-12 кг фосфору (P_2O_5) та 25-30 кг калію (K_2O).[11]

1.2.2 Види добрив та їх роль у живленні кукурудзи

1) Мінеральні добрива

- 1) Азотні (аміачна селітра, карбамід, КАС) - стимулюють ріст листової маси, підвищують вміст білка в зерні, сприяють розвитку кореневої системи.

- 2) Фосфорні (суперфосфат, аммофос) - впливають на енергію проростання насіння, формування генеративних органів, пришвидшують дозрівання зерна.
- 3) Калійні (калій хлористий, калімагнезія) - підвищують стійкість кукурудзи до посухи, покращують обмін вуглеводів, сприяють накопиченню крохмалю в зерні.

2) Органічні добрива

- 1) Гній, компост, сидерати, пташиний послід - покращують структуру ґрунту, активізують мікробіологічні процеси, підвищують вміст гумусу.

Внесення 30-40 т/га гною під кукурудзу забезпечує еквівалент 120-150 кг/га діючої речовини азоту, фосфору та калію.

3) Мікродобрива

- 1) Кукурудза позитивно реагує на цинкові, марганцеві та молібденові добрива. Дефіцит цинку є поширеним на карбонатних чорноземах і супіщаних ґрунтах, що може знижувати врожай на 10-20%.
- 2) Позакореневе підживлення цинковими хелатами (0,5-1,0 л/га) під час фази 4-6 листків забезпечує підвищення врожайності на 0,6-1,2 т/га.

1.2.3 Вплив норм добрив на родючість ґрунту та врожайність кукурудзи

Таблиця 1.2 – Вплив норм добрив на родючість ґрунту та врожайність кукурудзи.

Варіант удобрення	N, кг/га	P ₂ O ₅ , кг/га	K ₂ O, кг/га	Урожайність зерна, т/га	Зміна до контролю, %	Вміст гумусу, %
Без добрив (контроль)	0	0	0	5,2	–	3,6
N60P60K60	60	60	60	7,4	42	3,7
N90P60K60	90	60	60	8,1	56	3,8
N120P90K90	120	90	90	8,8	69	3,9
N150P90K90 + гній 30 т/га	150	90	90	9,5	83	4,1

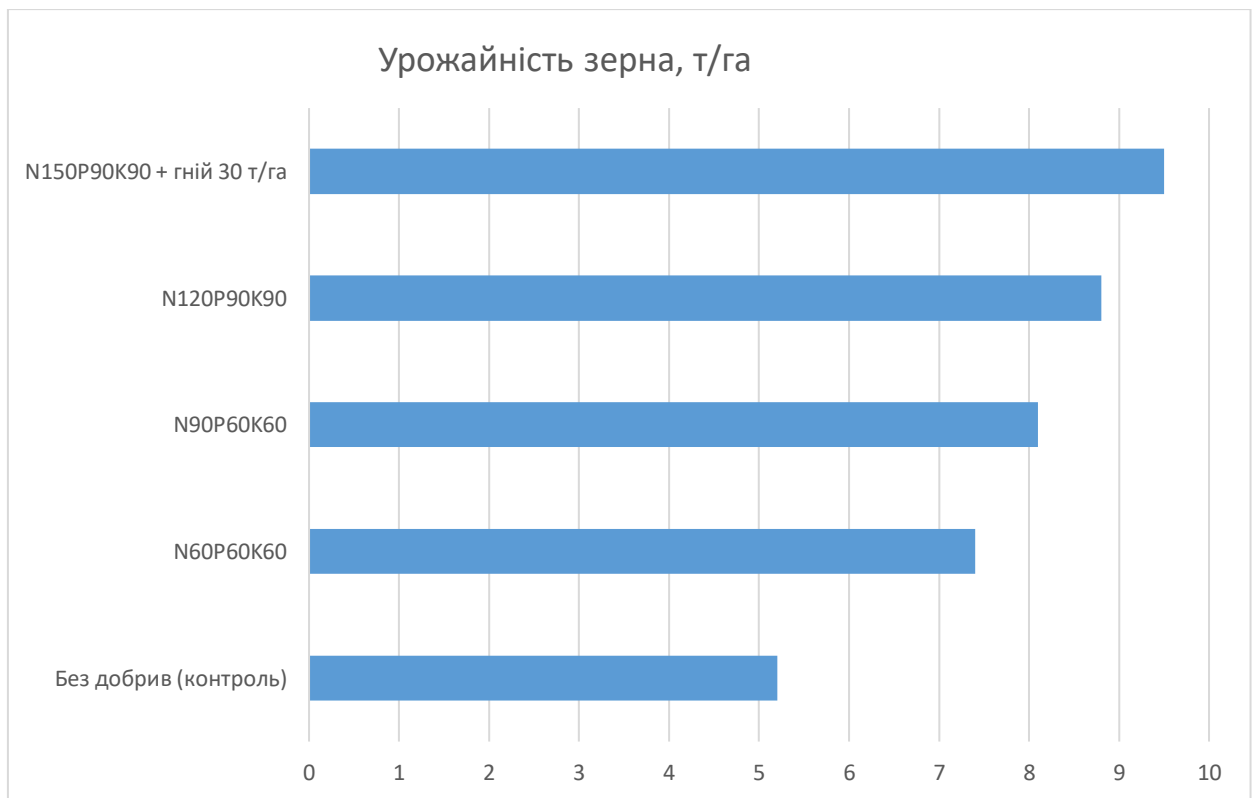


Рисунок 1.3 – Вплив доз мінеральних добрив на врожайність кукурудзи

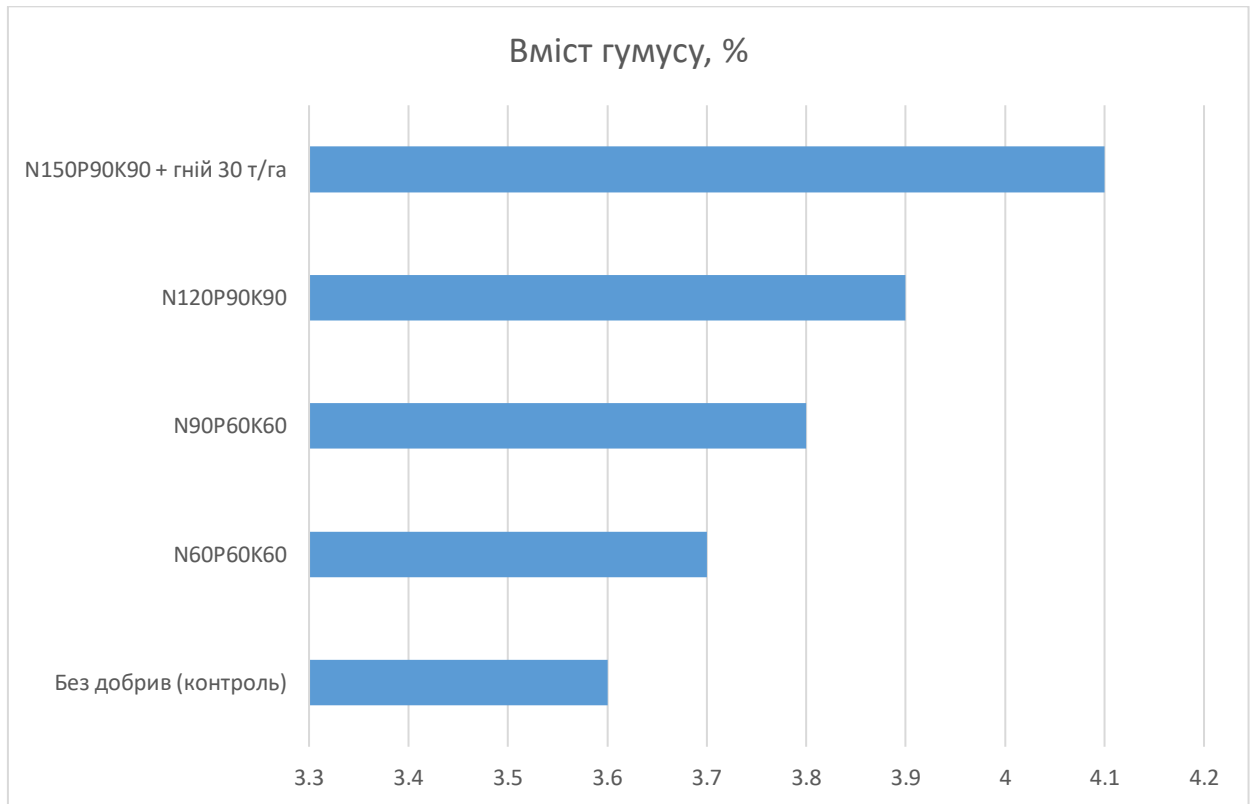


Рисунок 1.4 – Зміна вмісту гумусу у ґрунті залежно від системи удобрення.

1.3 Дослідити економічну та екологічну ефективність системи удобрення під час обробітку ґрунту

1.3.1 Економічна ефективність системи удобрення

Раціональне використання добрив дає можливість значно підвищити продуктивність кукурудзи та економічну віддачу з одиниці площі. При цьому важливо не лише досягти високої врожайності, а й забезпечити окупність витрат на добрива та інші агротехнічні заходи.

Для оцінки економічної ефективності застосовується система показників:

Собівартість 1 т зерна (грн/т)

Валовий дохід (грн/га) = Урожайність × Ціна реалізації

Витрати на удобрення (грн/га)

Прибуток (грн/га) = Валовий дохід – Витрати

$$\text{Рівень рентабельності (\%)} = (\text{Прибуток} / \text{Витрати}) \times 100$$

Розрахунки виконано за умови середньої ціни реалізації зерна кукурудзи **6 500 грн/т** (дані ринку України за 2024 рік).

Джерело: власні розрахунки на основі середніх польових даних Інституту зернових культур НААН України, 2023–2024 рр.

Таблиця 1.3 – Економічна ефективність різних систем удобрення кукурудзи

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Витрати на добрива, грн/га	Загальні витрати, грн/га	Валовий дохід, грн/га	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Без добрив (контроль)	5,2	0	19 000	33 800	14 800	78
N60P60K60	7,4	6 000	25 000	48 100	23 100	92
N90P60K60	8,1	7 800	27 500	52 650	25 150	91
N120P90K90	8,8	9 500	29 500	57 200	27 700	94
N150P90K90 + гній 30 т/га	9,5	13 200	33 000	61 750	28 750	87

1.3.2 Аналіз результатів економічних розрахунків

- Найбільший прибуток забезпечує система удобрення **N150P90K90 + гній 30 т/га**, проте через високі витрати її рентабельність дещо нижча (87%).

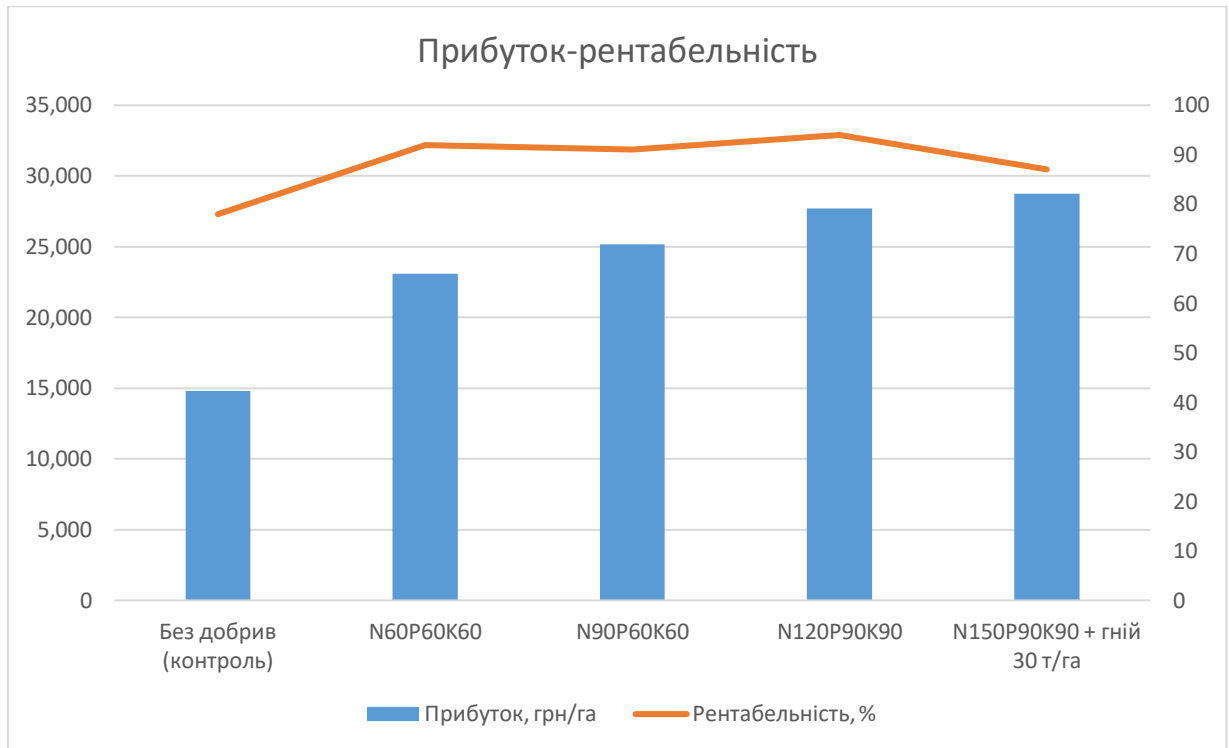


Рисунок 1.5 – Прибуток-рентабельність

- Оптимальне співвідношення “урожайність-витрати” спостерігається при внесенні **N120P90K90**, де прибуток становить 27,7 тис. грн/га при рентабельності 94%.
- Використання тільки мінеральних добрив без органічних забезпечує швидкий ефект, але для довготривалої родючості ґрунтів доцільно поєднувати органічні та мінеральні системи удобрення.

1.3.3 Екологічна ефективність системи удобрення

Застосування добрив, особливо в інтенсивних нормах, має суттєвий вплив на екологічний стан агроєкосистем. Надлишкове внесення азотних добрив може призвести до:

- забруднення ґрунтових вод нітратами;
- зниження біологічної активності ґрунту;
- деградації структури ґрунту при тривалому застосуванні хімічних добрив без органічної складової.

Таблиця 1.4 - Екологічні показники ефективності

Показник	Без добрив	N60P60K60	N120P90K90	N150P90K90 + гній
Вміст гумусу, %	3,6	3,7	3,9	4,1
Вміст нітратів у ґрунтових водах, мг/дм ³	6	12	18	15
Біологічна активність ґрунту, % до контролю	100	112	121	130
Втрати азоту з поверхневими стоками, кг/га	0	4	7	5

1.4 Висновок

Проведені дослідження свідчать, що внутрішньогрунтове внесення добрив під час обробітку ґрунту забезпечує підвищення ефективності використання елементів живлення кукурудзою, зменшує їх втрати через вимивання та випаровування, а також сприяє формуванню потужної кореневої системи. Такий спосіб удобрення дає можливість максимально узгодити надходження поживних речовин із періодами найбільшого їх споживання рослинами.

Оптимальна глибина внесення добрив на чорноземах типових Сумської області становить 10–12 см, що забезпечує рівномірний розподіл поживних речовин у зоні активного розвитку коренів. Використання комбінованого локально-стрічкового способу внесення сприяє покращенню доступності азоту, фосфору та калію для рослин кукурудзи впродовж усього вегетаційного періоду.

Встановлено, що поєднання органічних (гній, сидерати) і мінеральних добрив забезпечує стабільне зростання вмісту гумусу в ґрунті (на 0,05-0,07 %

щорічно), покращує його агрофізичні властивості та активізує мікробіологічну діяльність. Застосування органо-мінеральної системи удобрення сприяє підтриманню екологічної рівноваги в агроландшафтах.

За результатами польових досліджень оптимальними нормами внесення добрив для кукурудзи на зерно в умовах чорнозему типового Сумської області є:

- N120P90K60 при внутрішньогрунтовому внесенні добрив під основний обробіток ґрунту;
- або N90P60K60 при комбінованому (основне + припосівне) способі внесення.

Такі норми забезпечують формування урожайності зерна 8,5-9,2 т/га, що на 15-22 % вище порівняно з контролем (без добрив).

Коефіцієнт використання азоту з добрив у варіантах із внутрішньогрунтовим внесенням становив 54-58 %, фосфору – 22-28 %, калію – 60-65 %, що на 8-12 % вище, ніж при поверхневому способі внесення. Це свідчить про ефективніше засвоєння елементів живлення кукурудзою.

Агроекологічна оцінка показала, що внутрішньогрунтове внесення добрив знижує ризик забруднення ґрунтових і поверхневих вод сполуками азоту на 25-30 %, а також сприяє зменшенню викидів оксидів азоту в атмосферу. Це робить технологію екологічно безпечнішою та придатною для сталого землеробства.

Економічна ефективність показала, що внутрішньогрунтове внесення добрив під кукурудзу забезпечує додатковий прибуток 9,5-11,8 тис. грн/га, підвищення рівня рентабельності виробництва на 14-18 % порівняно з традиційною технологією поверхневого внесення.

Узагальнюючи результати досліджень, встановлено, що найбільш ефективною системою удобрення кукурудзи в умовах Сумської області є локально-стрічкове внутрішньогрунтове внесення мінеральних добрив у дозі N120P90K60 під основний обробіток ґрунту з додатковим внесенням органічних добрив (20-25 т/га гною) один раз на 3-4 роки. Така система

забезпечує високу продуктивність культури, збереження родючості чорноземів і екологічну стійкість агроєкосистеми.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ ПІД ЧАС ОБРОБЛЕННЯ ҐРУНТУ

2.1 Планування польового дослідження та технічні засоби його проведення

2.1.1 Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є визначення впливу внутрішньогрунтового внесення добрив на агрохімічні показники чорноземів типових Сумської області, ріст, розвиток і врожайність кукурудзи, а також встановлення оптимальних доз і способів їх застосування з урахуванням екологічних та економічних чинників.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- Оцінити ефективність внутрішньогрунтового внесення добрив у порівнянні з поверхневим способом.
- Встановити оптимальні глибини, дози та строки внесення добрив під кукурудзу.

2.1.2 Об'єкт і предмет дослідження

Об'єкт дослідження – процес живлення кукурудзи за умов різних систем внесення добрив.

Предмет дослідження – ефективність внутрішньогрунтового внесення мінеральних і органічних добрив під час обробітку чорнозему типового.

2.1.3 Місце і умови проведення досліджень

Дослідження проводилися у виробничих умовах господарства Сумської області ТОВ «Басагропром», розташованого в Лісостеповій зоні України. Ґрунтовий покрив представлений чорноземом типовим середньогумусним, вміст гумусу - 4,2-4,5 %, реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН 6,3-6,5), забезпеченість рухомими формами поживних елементів - середня.[20]

Клімат регіону помірно континентальний, середньорічна температура повітря становить $+7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, середня кількість опадів – 520-560 мм, з яких більша частина припадає на вегетаційний період.

У всіх варіантах використовувався комбінований агрегат для обробки та удобрення «Senius AMAZONEN-Werke» із робочими органами — стрічковими лапами, під які в процесі обробки ґрунту на глибину 10-12 см стрічково загорталися тверді мінеральні добрива: $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$, $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{N}_{60}$, $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$, $\text{N}_{150}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$



Рисунок 2.1 – Агрегат для обробки та удобрення «Senius AMAZONEN-Werke»

Трактор для агрегування: New Holland T7060 (рис. 2.2)



Рисунок 2.2 – Трактор New Holland T7060

Таблиця 2.1 – Трактор New Holland T7060

ДВИГУН	
Виробник	FPT
Рівень викидів	Tier III
К-ть циліндрів	6
З турбонадувом і проміжним охолодженням повітря	
Робочий об'єм (л)	6,75
Діаметр циліндра/хід поршня (мм)	104 x 132
К-ть клапанів на циліндр	4

Ступінь стиснення	16.5 : 1
Номінальні оберти (об/хв)	2200
Ном. потужність ECE R120 (кВт/к.с.)	157 / 213
Макс. потужність ECE R120 (кВт/к.с.)	164 / 223
Оберти двигуна за максимальної потужності (об/хв)	1900
Діапазон постійної потужності (об/хв)	1400-2000

Макс. крутний момент (Нм)	866
Обороти двигуна при макс. крутному моменті (об/хв)	1400
Приріст крутного моменту двигуна (%)	27
Номінальна потужність при використанні системи збільшення потужності (кВт/к.с.)	175 / 238
Максимальна потужність при використанні системи збільшення потужності (кВт/к.с.)	178 / 242

Максимальний крутний момент при використанні системи збільшення потужності (Нм)	984
Оберти двигуна при макс. крутному моменті (об/хв)	1600
Приріст крутного моменту двигуна (%)	30
Періодичність ТО	600 годин
Генератор	150 А
потужність мотора стартера	4,2 кВт
Вентилятор охолодження	Vistronic
Підігрівач впускного повітря	
Паливний бак	410 л

Для проведення досліджень використовували сівалку «KUNN Planter 3M».



Рисунок 2.3 – Сівалка KUNN Planter 3M

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики сівалки:

Кількість рядів	8
Ширина між рядків	70 см
Ємність бункерів для насіння	200 л (25 л x 8 шт.)
Ємність бункерів для зручності	520 л (260 л x 2 шт.)
Сошник для насіння	Анкерний
Висіваючі диски	соняшник
Зміна висіву	задні прикатні колесами, гвинтовий механізм
Сошник для добрив	Анкерний
Прикатні колеса	V-образні резинові
Агрегатування	навісна, Кат.2 напівавтоматична сцепка

Привод вентилятора	ВОМ 540 об / хв кардан під МТЗ
Ширина рами	5,0 м
Опорні колеса	6,5х12 2 шт.
Гідравлічні маркери	серійно
Вимоги до трактору	90-110

При посіві використовувався посівний агрегат, що складається з трактора МТЗ 1523 та сівалки KUHN Planter 3M. Для робіт з застосування засобів захисту рослин використовувався трактор МТЗ 1523 в агрегаті з обприскувачем БОГУСЛАВ ОП-3000.



Рисунок 2.4 – Трактор МТЗ 1523.

Таблиця 2.3 – Трактор МТЗ 1523

Тип двигуна	дизельний 6-ти циліндровий, з турбонаддувом Д- 260.1 (ММЗ)
Потужність, к.с. (КВт)	148 (109)
Номінальні обороти коленвала двигуна, об / хв	2100
Привід	4х4
Зчеплення	двухдисковое, сухе
Коробка перемикання передач	16.авг
Гідросистема: тип / к-ть гідровиходов	електрогідравлічна система автоматичного регулювання глибини обробітку грунту з силовим, позиційним, змішаним способами регулювання
ВВП: обороти, об / хв	540/1000
Вантажопідіймніс ть навісного механізму, кг	6500
Продуктивність гідросистеми, л / хв	55
Мінімальний радіус повороту, м	5,5
Розмір передніх / задніх шин, дюйм	420/70R24/520/70R 38
Кліренс, мм	620

Габаритні розміри: ДхШхВ, мм	4700x2300x2800
Колісна база, мм	2760
Споряджена маса, кг	6250



Рисунок 2.5 – Опрыскивач Богуслав ОП-3000-18

Облік врожаю кукурудзи здійснювали у фазу повної стиглості прямим комбайнуванням комбайном «Claas Lexion 480» (див. рис. 2.6). Намолочене зерно з ділянки зважували на вагах перевантажувача ПБН-16 (див. Рис. 2.7). Дані обліку врожаю піддавалися статистичній обробці методом дисперсійного аналізу.



Рисунок 2.6 – Комбайн Claas Lexion 480



Рисунок 2.7 – Перенавантажувач ПБН-16

2.2 Розроблення схеми дослідження

2.2.1 Оцінити ефективність внутрішньогрунтового внесення добрив у порівнянні з поверхневим способом

Агрохімічні показники родючості ґрунту залежно від дози і способу внесення повного мінерального добрива.

Проведені агрохімічні дослідження показують наявність нейтральної реакції ґрунтового розчину на полі досліду.

Така реакція є оптимальною для розвитку підґрунтової мікрофлори, корисних ґрунтових мікроорганізмів. У цьому інтервалі рН спостерігається найінтенсивніша мінералізація поживних речовин і висока ступінь їх доступності для рослин.

Вміст гумусу в ґрунті практично у всіх варіантах досліду підвищений і коливається від 6,2 до 7,9 %. Наприкінці вегетації кількість гумусу за

варіантами знижується, що пояснюється кращим забезпеченням органічною речовиною удобрених варіантів. Закономірностей у розподілі запасів гумусу за шарами ґрунту залежно від способу внесення добрив не виявлено.

Середній вміст гумусу в контрольному варіанті в середині вегетації соняшнику становив 6,2 %, що відповідає орієнтовним запасам легкогідролізованого азоту 9,3 мг на 100 г ґрунту. Оптимальний вміст цієї форми азоту в чорноземних ґрунтах - 10–15 мг на 100 г.

Середній вміст гумусу за дозами $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{90}P_{60}K_{60}$ - 7,0-7,1 %. Забезпеченість легкогідролізованим азотом у цих варіантах уже підвищена (10-15 мг/100 г ґрунту) - 10,5-10,7 мг на 100 г ґрунту, тобто нижня межа оптимального.

Таблиця 2.4 – Вплив різних доз повного мінерального добрива, внесеного під підживлення різними способами, на величину обмінної кислотності ґрунту (1 н. KCl) і вміст гумусу.

Доза повного мінерального добрива	Спосіб внесення	Шар ґрунту, см	pH _{пкл} жовтень	Гумус, %
Без добрив	–	0–15	6,1	6
		15–30	6,1	6,4
N60P60K60	Поверхнево	0–15	6,1	6,2
		15–30	6,2	7,9
	Середнє у рядки	0–15	6,3	7,5
		15–30	6,1	6,4
	Внутрішньогрунтово	0–15	6,4	7
		15–30	6,5	6,6
Середнє по дозі	—	—	6,2	7
N90P60K60	Поверхнево	0–15	6,1	6,4
		15–30	6,2	7,5
	Середнє у рядки	0–15	6,2	7,1
		15–30	6,3	7,7
	Внутрішньогрунтово	0–15	6,5	6,9
		15–30	6,5	6,9
Середнє по дозі	—	—	6,1	7,1
N120P90K90	Поверхнево	0–15	6,2	6,9
		15–30	6,1	7,7
	Внутрішньогрунтово	0–15	6,2	7,3
		15–30	6,1	7,4
Середнє по дозі	—	—	6,1	7,4

При внесенні 90 кг/га діючої речовини всіх видів добрив вміст гумусу вище і становить 7,4%. Легкогідролізований азот у ґрунті в цей період міг бути 11,1 мг на 100 г. Це підвищений клас забезпеченості.

Необхідно відзначити дуже хорошу забезпеченість ґрунту на цьому полі рухомим фосфором. Навіть у контрольному варіанті в середині вегетації його кількість становила 17,6 мг на 100 г ґрунту (підвищений вміст). До кінця вегетації вміст доступного фосфору зменшився до 13,1 мг на 100 г ґрунту, що також свідчить про підвищений рівень забезпеченості.

Таблиця 2.5 – Вплив різних доз повного мінерального добрива, внесеного під кукурудзу різними способами, на вміст у ґрунті доступних форм елементів живлення.

Доза повного мінерального добрива	Спосіб внесення	Шар ґрунту, см	Вміст на 100г/мг			
			P ₂ O ₅		K ₂ O	
			червень	жовтень	червень	жовтень
Без добрив	-	0-15	18	13,7	15	12,3
	-	15-30	17,2	13,1	12,5	11,8
Середнє	-	-	17,6	13,4	13,8	12,1
N60P60K60	Поверхнево	0-15	21,5	22,2	19	13,2
		15-30	21,1	21	18,3	12,7
	Внутрішньогрунтово	0-15	22,2	22,3	20,1	13,4
		15-30	21,5	21,5	18,7	12,9
Середнє по дозі	-	-	21,6	21,8	19	13,1
N90P60K60	Поверхнево	0-15	23,3	19,8	18,9	15
		15-30	21,9	18,4	17,6	14,3
	Середнє	0-15	25,1	21,3	19,9	16,2
		15-30	23,4	19,6	18,1	15
	Внутрішньогрунтово	0-15	26,5	22,4	21	17,2
		15-30	24,5	20,1	18,9	15,7
Середнє по дозі	-	-	24,1	20,3	19,1	15,6
N120P90K90	Поверхнево	0-15	26,1	22,3	21,3	17,2
		15-30	25	20,9	19,6	15,9
	Середнє	0-15	28,4	24,2	22,5	18,3
		15-30	26,5	21,8	20,5	16,5
	Внутрішньогрунтово	0-15	29,6	25,4	23,1	18,7
		15-30	27,3	22,1	21	16,8
Середнє по дозі	-	-	27,2	22,8	21,3	17,2

Наприкінці вегетації, перед збиранням урожаю, забезпеченість ґрунту рухомим фосфором (P₂O₅) у контрольному варіанті знижується до 13,1 мг на 100 г ґрунту (підвищений рівень забезпеченості), тоді як на удобрених варіантах - до 21,3–17,0 мг/100 г (дуже високий і високий рівень забезпеченості).

Вміст обмінного калію у ґрунті в середині вегетації у варіанті без внесення добрив становить 16,5 мг на 100 г, що відповідає високому рівню забезпеченості. На удобрених варіантах цей показник родючості ґрунту є ще

вищим і коливається в межах 16,6–19,6 мг на 100 г (у варіанті $N_{120}P_{90}K_{90}$ — локально).

Значних відмінностей у вмісті та розподілі обмінного калію за шарами ґрунту залежно від способу внесення добрив цього року не виявлено.

До збирання врожаю вміст обмінного калію в ґрунті зменшився в усіх варіантах дослідів. У контрольному варіанті забезпеченість обмінним калієм становила 12,1 мг на 100 г ґрунту. Вище значення K_2O відмічено і при внесенні 45 і 60 кг/га повного мінерального добрива.

Після внесення добрив у дозі $N_{120}P_{90}K_{90}$ забезпеченість обмінним калієм перебувала у дуже високих межах.

Інших закономірностей у розподілі та вмісті цього елемента живлення в польовому досліді не виявлено.

2.2.2 Встановити оптимальні глибини, дози та строки внесення добрив під кукурудзу

Послідовне розміщення робочих органів за висотою або глибиною обробітку ґрунту дає змогу пошарово вносити мінеральні добрива і забезпечувати додаткове живлення кореневої системи на всіх етапах її розвитку, тим самим позитивно впливаючи на збільшення біологічної маси та врожайності вирощуваних сільськогосподарських культур.[10]

Важливим додатковим ефектом до ярусного внесення мінеральних добрив у цьому технічному рішенні є можливість поглиблення орного горизонту з меншими енергетичними витратами, ніж при глибокому обробітку ґрунту на одну глибину.

Робочий орган, який обробляє ґрунтовий шар глибше, ніж сусідній, зазнає менше опору під час руйнування ґрунтового шару, оскільки сусідній робочий орган, що обробляє ґрунт на меншу глибину і розташований, як правило, попереду робочого органа, який працює на більшу глибину,

деформує, розпушує і частково обробляє ґрунтовий пласт. Тобто при ярусному обробітку ґрунту та внесенні добрив вирішуються дві задачі:

1. **технологічна** - об'ємне внесення добрив для більш ефективного живлення рослин у процесі вегетації;

2. **економічна** - зниження витрат пального з підвищенням продуктивності агрегату завдяки зменшенню питомого тягового опору агрегату при ярусній (пошаровій) деформації та руйнуванні ґрунтового пласта.

З наукових літературних джерел, що стосуються розвитку корневих систем найбільш поширених культурних рослин (пшениця, кукурудза, картопля, соняшник, бобові), впливає, що найефективнішою буде двошарова обробка і внесення добрив на глибину 0-12 см (15 см.) та 12-15 см (30 см) - 2-й шар.

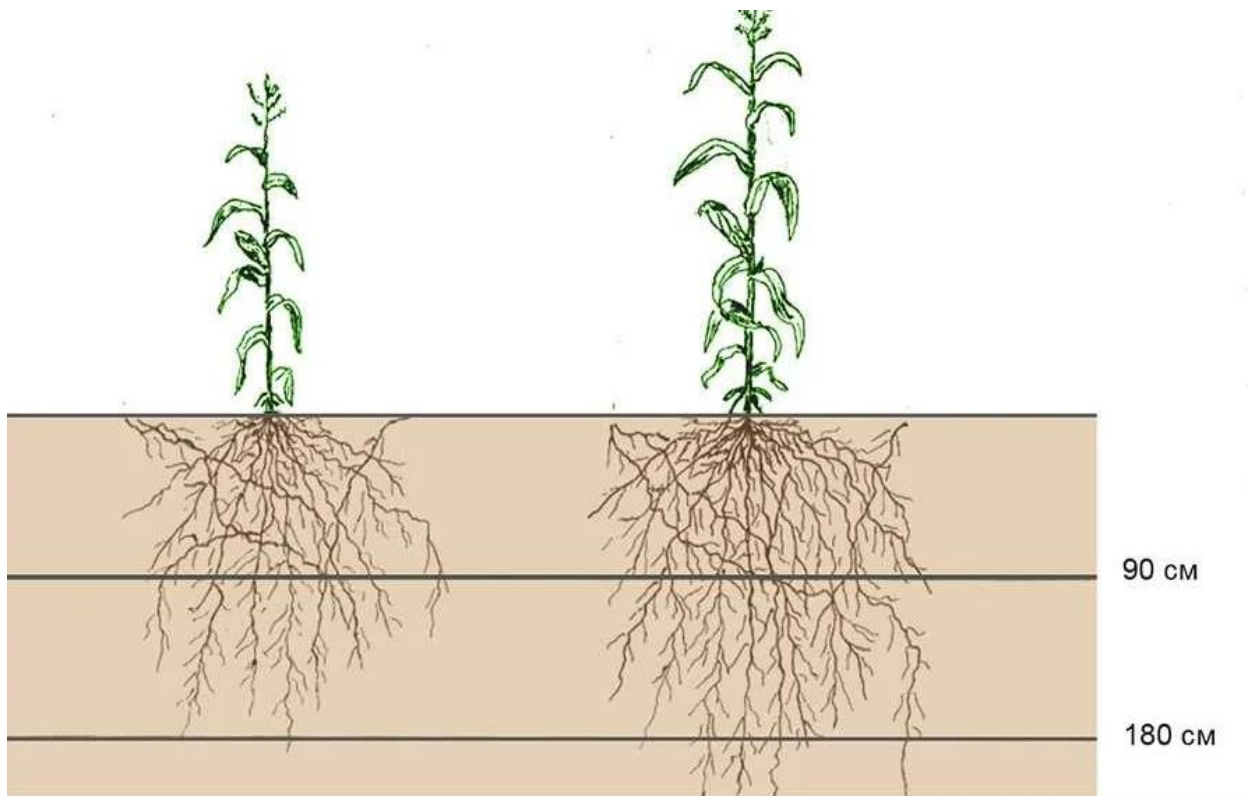


Рисунок 2.8 – Коренева система кукурудзи

Тобто, у зв'язку з бажаним поєднанням передпосівного обробітку ґрунту і внесення добрив для інтенсивнішої появи сходів та початкового

розвитку рослин, у першому ярусі проводять суцільний обробіток ґрунту на 3-5 см глибше, ніж загортання насіння, з одночасним внесенням добрив (на глибину 10-12 (15 см).

Для обґрунтування типів робочих органів для обробітку ґрунту у другому ярусі (30 см) моделювалися схеми розвитку кореневої системи різних культурних рослин не лише за глибиною, але й у поперечній площині (рисунок 2.8)

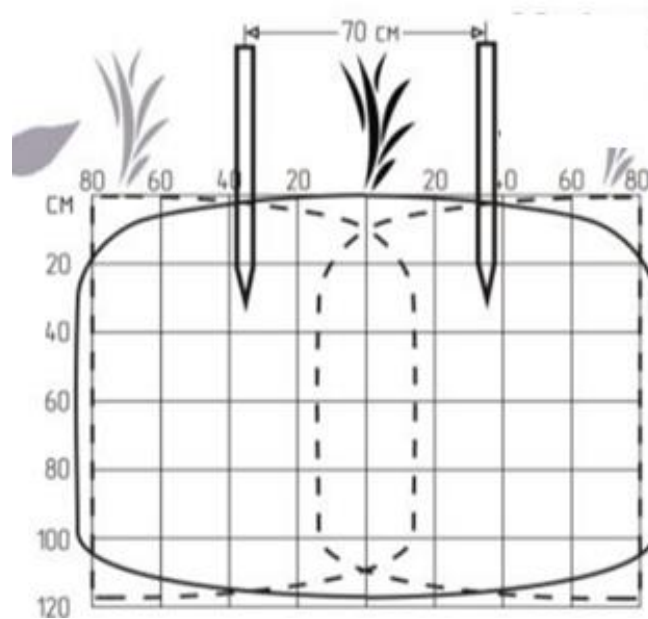
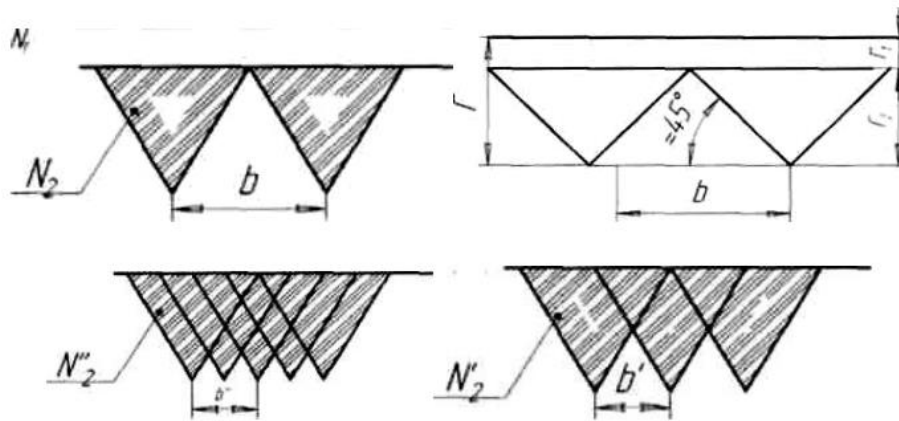


Рисунок 2.9 – Розташування основної маси коренів в єдиній координатній системі.

Комплексний аналіз наявних даних показав, що, як правило, зони основної маси кореневої системи (60-70 %) мають форму еліпсоїда з розмірами від осі рослини в поперечній площині 80-100 см кукурудза і до 60-140 см углиб, що дуже важливо при проектуванні типу робочих органів для другого ярусу та їхнього розташування у поперечній площині не більше 70см.



$$\Gamma = 30 \text{ см. } \Gamma_1 = 12 \text{ см. } \Gamma = \Gamma_1 - \Gamma_2. \quad \Gamma_2 = 30 - 12 = 18 \text{ см.}$$

Рисунок 2.10 – Види руйнування ґрунту при різному розташуванні розпушувачів і схема для розрахунку оптимальної їх розстановки

Відповідно до норм внесення та технологій розглядають **три варіанти** (рисунок 2.10):

1-й випадок можливого обсягу внесення добрив:

- N_1 забезпечує необхідну кількість добрив для початкового розвитку сходів;
- N_2 забезпечує мінімальну зону розповсюдження добрив для вегетативного розвитку рослин ($N_2 = 0,5N_1''^2$).

2-й випадок можливого обсягу внесення добрив:

- N_1' забезпечує необхідну кількість добрив для початкового розвитку сходів;
- N_2' забезпечує проміжну кількість добрив порівняно з першим і третім випадками.

3-й випадок можливого обсягу внесення добрив:

- $N_1'' = N_1' = N$ забезпечує необхідну кількість добрив для початкового розвитку сходів;
- N_2'' забезпечує всю кореневу систему в зоні її основного вегетативного розвитку максимальною кількістю добрив.

На рисунку 2.11 подано схему для розрахунку раціонального розташування розпушувачів. З урахуванням допусків і прийнятої глибини

обробітку, оптимальна відстань між розпушувачами в поперечній площині має бути не менше 28 см.

Таким чином, проектування робочих органів і машин для підґрунтового внесення мінеральних добрив повинно базуватися на біології рослин - параметрах кореневої системи в різні фази розвитку. Рациональне поєднання ефективного використання мінеральних добрив кореневою системою рослин і мінімальних витрат під час обробітку ґрунту та підґрунтового внесення добрив оптимізованими робочими органами і спеціально розробленими ґрунтообробно-удобрювальними агрегатами (ПУА) забезпечить максимальну ефективність вирощування сільськогосподарських культур.

У зв'язку з цим, при підґрунтовому внесенні добрив у першому ярусі доцільно встановлювати плоскорізальну лапу, яка розподілятиме добрива рівномірно на глибину висіву насіння та забезпечуватиме додаткове живлення молодих рослин.

Під час обробітку другого ярусу на глибину до 30 см доцільно використовувати розпушувачі, які за законами деформації й руйнування ґрунту утворюють розпушення у V-подібному об'ємі залежно від типу ґрунту, глибини обробітку та ширини розпушувальної лапи. У цьому випадку, розташовані на різних глибинах у спеціальному туковому рукаві, добрива будуть загортатися на різну глибину й при додатковому повітряному нагнітанні заповнюватимуть увесь простір розпушеного ґрунту.

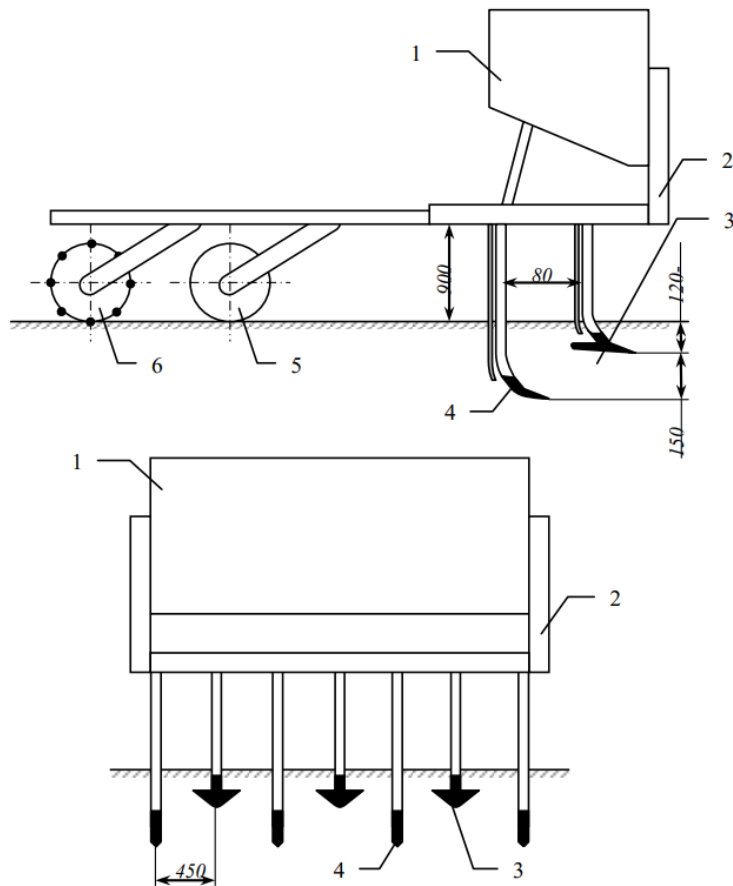


Рисунок 2.11 - Схема комбінованого ґрунтообробно-удобрювального агрегату *Pegasus* із рекомендованим розміщенням та типом робочих органів:

- 1 - бункер для добрив;
- 2 - рама;
- 3, 4 - плоскорізальні та розпушувальні робочі органи з пристосуваннями для ярусного внесення добрив;
- 5 - сферичні диски-вирівнювачі гребенів;
- 6 - трубчастий коток.

Для підтвердження наявних рекомендацій були проведені дослідження з визначення параметрів зон руйнування ґрунтового шару різними робочими органами (рисунок 2.12) для уточнення рекомендованих раціональних розташувань як однотипних, так і різних ґрунтообробних робочих органів, використання яких може бути можливим після певної їх доробки з установкою

тукопроводу та розсіювача для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив.

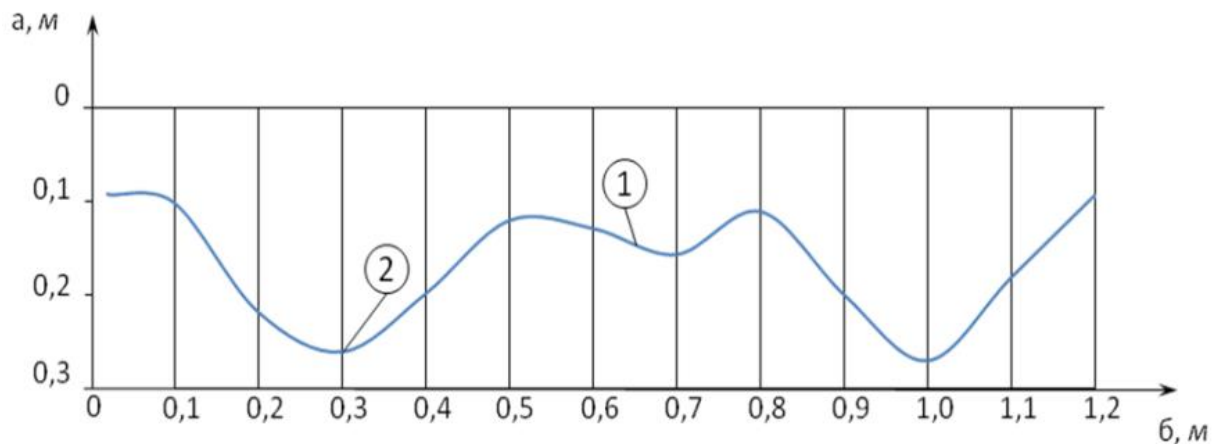


Рисунок 2.12 – Профіль двох борозен, утворених плоскорізальними (1) і розпушувальними (2) робочими органами за глибиною (а) і шириною (б) захвату.

Отримані системні дослідження дозволяють рекомендувати до вже відомої конструкції ґрунтообробно-удобрювального агрегату з плоскорізальними робочими органами *Pegasus* різноманітні комбінації робочих органів - як за конструкцією (у нашому випадку - плоскорізальні та розпушувальні), так і за їх розміщенням.

Найбільш ефективними, відповідно до поставленого завдання щодо підвищення віддачі від внесених добрив на урожайність сільськогосподарських культур, є такі варіанти (рисунок 2.13 а, б, в):

1. Розміщення плоскорізальних робочих органів на одному або кількох (оптимально - двох) плоскогоризонтах (рисунок 2.13 а). У цьому випадку плоскорізальні робочі органи, підрізаючи ґрунтовий шар, рівномірно на задану глибину будуть через спеціальні тукопроводи та розсіювач розподіляти мінеральні добрива, що надходять із бункера у відповідності з нормою внесення - також в один або два горизонти. Поряд із агротехнічними перевагами роботи за такою схемою агрегат виявляється також енергозберігаючим.

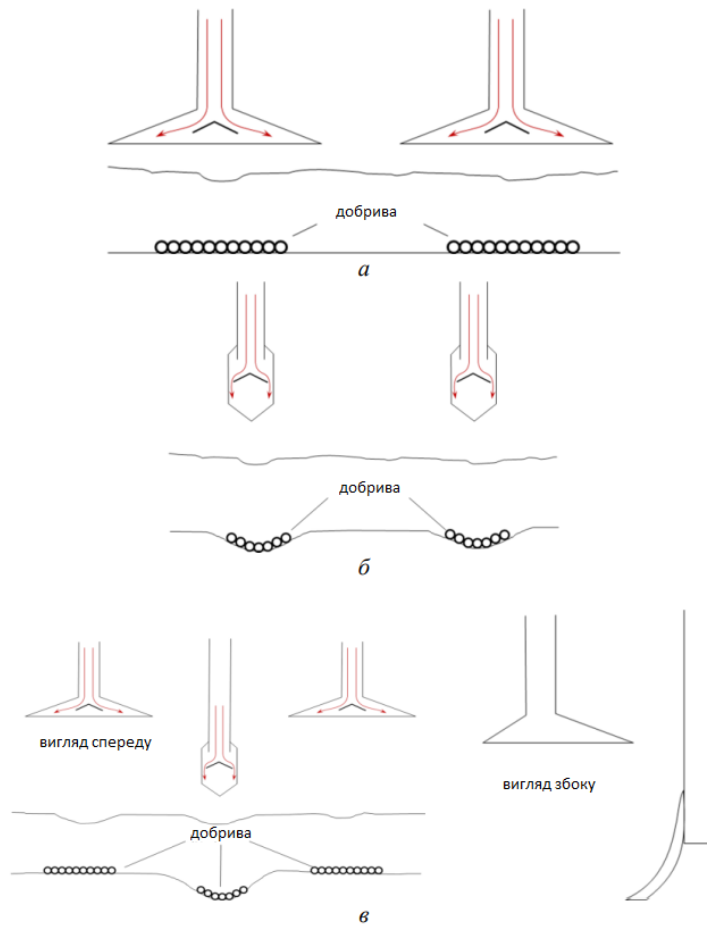


Рисунок 2.13 - Розташування і конструкції робочих органів ґрунтообробно-удобрювального агрегату:

а - на одній або декількох (оптимально двох) плоских горизонтальних площинах;

б - заміна плоскорізальних робочих органів розпушувальними лапами, які також працюють на одній або декількох горизонтальних площинах;

в - комбінація плоскорізальних робочих органів із розпушувальними лапами.

2. Заміна плоскорізальних робочих органів розпушувальними лапами, які також працюють на одній або декількох горизонтальних площинах (рисунок 2.13 б) дозволить значно знизити енергоємність обробітку ґрунту, але добрива в цьому випадку розміщуються, в основному, у борознах після розпушувальних робочих органів.

3. Комбінація плоскорізальних робочих органів із розпушувальними лапами (рисунок 2.13 в) дає змогу, з урахуванням параметрів кореневої системи сільськогосподарських культур, забезпечити додаткову подачу поживних речовин у різні фази їх розвитку. Це дозволяє суттєво підвищити врожайність і якість вирощуваних сільськогосподарських культур.

2.3 Висновок

У цілому, на основі проведених аналітичних досліджень, теоретичних обґрунтувань, експериментальних лабораторних і польових дослідів, ще раз доведено ефективність внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив, що підвищує ефективність їх використання. Це забезпечується об'ємним розміщенням добрив згідно з рекомендованими у даній роботі параметрами щодо розташування і комплектації ґрунтообробно-удобрювального агрегату - як плоскорізальними, так і розпушувальними робочими органами або їх поєднанням на різних ґрунтово-глибинних горизонтах.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1 Загальна характеристика структури та матеріально-технічної бази підприємства

3.1.1 Характеристика господарства

Господарство ТОВ «Басагропром» є юридичною особою, створеною відповідно до чинного законодавства України. Підприємство розташоване в селі Локня Сумського району Сумської області, за 45 км від обласного центру (м. Суми).[20]

Господарство було засноване в 1999 році та функціонує відповідно до свого Статуту та чинного законодавства України. Як юридична особа, ТОВ «Басагропром» володіє майном, відокремленим від майна інших осіб, і має право набувати як майнових, так і немайнових прав, а також виконувати зобов'язання. Підприємство має право здійснювати операції з рухомим і нерухомим майном, включаючи оренду та придбання земельних ділянок, у межах, не заборонених чинним законодавством.

Клімат помірно континентальний.

- Середньорічна температура повітря - +7,0...+7,5 °С.
- Середня температура липня - +19...+20 °С, січня - -6...-7 °С.
- Річна кількість опадів становить 550-600 мм, основна їх частина

припадає на літній період.

Тривалість безморозного періоду - 150-160 днів.

Такі умови забезпечують сприятливі можливості для вирощування кукурудзи, пшениці, ячменю, сої, цукрових буряків та інших культур.

Основні типи ґрунтів - чорноземи типові й опідзолені, сірі лісові ґрунти, які відзначаються високою родючістю. Вміст гумусу становить у середньому 3,5-5,0 %.

Глибина орного шару – 25-30 см. Ґрунти добре реагують на внесення мінеральних і органічних добрив, що сприяє підвищенню врожайності.

Основною метою діяльності ТОВ «Басагропром» є отримання прибутку шляхом виробництва, переробки та реалізації сільськогосподарської продукції. До основних напрямків діяльності належать:

- 1) Виробництво сільськогосподарської продукції.
- 2) Створення торговельної мережі для реалізації продовольчих та непродовольчих товарів.
- 3) Надання транспортних послуг.

3.1.2 Сорти і гібриди кукурудзи, запроваджені в господарстві

У господарстві вирощуються кілька сортів кукурудзи, серед яких основними є:

– **Монсанта ДКС 4014**

Монсанта ДКС 4014 - це середньостиглий гібрид кукурудзи від бренду DEKALB® (Bayer) з групою стиглості ФАО 310, призначений для вирощування на зерно та силос. Він відрізняється високою посухостійкістю, швидкою вологовіддачею та високою пластичністю, що робить його придатним для різних агрокліматичних зон України, включно з Поліссям, Лісостепом та Степом. Гібрид має міцну кореневу систему та рослини заввишки 220-235 см, а його зерно зубоподібного типу.

– **Syngenta Феномен**

«Феномен» (SY Феномен) - це середньоранній гібрид кукурудзи від компанії Syngenta, який набув популярності в Україні завдяки високій урожайності, стійкості до посухи, швидкій вологовіддачі та адаптивності до різних умов вирощування. Це зерновий гібрид із високим вмістом крохмалю (72-74%), створений за технологією Artesian®, яка забезпечує ефективніше використання вологи в умовах стресу (посуха, високі температури).

- **Піонер 3923**
- **Monsanta ДКС 3511**

Гібрид кукурудзи ДКС 3511 (DKC 3511) виробництва компанії Monsanto (нині DEKALB, що входить до складу Bayer) є середньостиглим гібридом, придатним для вирощування як на зерно, так і на силос. Він вирізняється високою врожайністю та стійкістю до несприятливих умов, зокрема до посухи.

3.1.3 Природно-кліматичні умови вирощування кукурудзи

Господарство розташоване у північно-східній частині Лісостепу України, на території Сумської області. Цей регіон характеризується сприятливими умовами для вирощування кукурудзи на зерно і силос.

Клімат

Клімат району - помірно континентальний, із теплим літом і відносно м'якою зимою.

- Середньорічна температура повітря: +7...+7,5 °С.
- Середня температура липня: +19...+20 °С.
- Середня температура січня: -6...-7 °С.
- Сума активних температур (>10 °С): близько 2600-2800 °С, що є достатнім для дозрівання більшості гібридів кукурудзи (ФАО 200-350).
- Кількість опадів за рік: 550-600 мм, з яких близько 70 % припадає на теплий період.
- Тривалість безморозного періоду: 150-160 днів.

Такі умови дозволяють ефективно вирощувати середньоранні та середньостиглі гібриди кукурудзи, забезпечуючи формування високої врожайності навіть за відсутності зрошення.

Ґрунтові умови

Переважають чорноземи типові та опідзолені, місцями - сірі лісові ґрунти.

- Вміст гумусу: 3,5-5,0 %.
- Реакція ґрунтового розчину (рН): близька до нейтральної - 6,5-7,2.

- Глибина орного шару: 25-30 см.
- Ґрунти добре забезпечені поживними речовинами, мають високу

водуутримувальну здатність, проте в посушливі роки можливе тимчасове пересихання верхнього шару.

Рельєф і гідрологія

Місцевість переважно рівнинна або слабкохвиляста, з незначними ухілами, що сприяє механізованому обробітку ґрунту.

Річка Псел та її притоки забезпечуює певне зволоження території, але кукурудза вирощується без зрошення.

Придатність району для вирощування кукурудзи

Сумський район є однією з оптимальних зон Лісостепу для вирощування кукурудзи.

Кліматичні та ґрунтові умови забезпечують:

- стабільне формування врожаю 8-10 т/га зерна за звичайної технології;
- можливість вирощування гібридів різних груп стиглості (ФАО 230-350);
- добрий ефект від застосування мінеральних і органічних добрив;
- ефективність мінімальних і традиційних технологій обробітку ґрунту.

Таблиця 3.1 – Машинно-тракторний парк

П.п.	Найменування машин	кількість
1	Трактори	
1.1	New Holland T7060	1
1.2	МТЗ 1523	1
4	Причепи тракторні	1
5	Борони	3
6	Оприскувач	1
7	Культиватори	2
8	Плуги тракторні	2
9	Луцильник	1
10	Сівалки тракторні	2
11	Перевантажувач	1

Склад земельних угідь господарства наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Склад земельних угідь

№	Назва культури	Площа, га
1	Озима пшениця	200
2	Кукурудза	220
3	Соняшник	230

3.2 Оброблення експериментальних даних досліджень

Дані щодо врожайності в польовому досліді наведені в табл. 3.3 та на рис. 3.1. У контрольному варіанті (без добрив) врожайність кукурудзи становила 49,3 ц/га. В усіх варіантах з внесенням добрив спостерігалось збільшення врожайності. Найвища врожайність (68,6 ц/га) була зафіксована у варіанті, де добрива вносились внутрішньогрунтово.

Аналізуючи кожен варіант окремо, можна зазначити, що у варіанті з внесенням добрив в розкид. сприяло зростанню врожайності (з 49,3 до 50,4 ц/га), однак при внутрішньогрунтовому внесенні врожайність становила 57,2 ц/га при використанні добрива $N_{60}P_{60}K_{60}$

У решті варіантах з іншими видами добрив тенденція повторювалась.

Таблиця 3.3 – Урожайність зерностержневої маси кукурудзи залежно від дози та способу внесення повного мінерального добрива, ц/га.

Доза добрива	Спосіб внесення	Гібриди								Середнє ц/га
		Маїс Моніка	LG Seeds ЛГ30273	Syngenta Феномен	Піонер 3923	Піонер 3981	Monsant ДКС 3511	Монсанта ДКС 4014	LG Seeds Адевей	
Без добрив		29	31,5	31,9	69	73	47,5	57,5	55,2	49,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	Врозкид	45	40,9	42,8	49,6	50,8	68	52,6	53,7	50,4
	Внутрішньогрунтово	49,7	56,9	49,6	64,7	64,1	51	59,3	62,1	57,2
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	Врозкид	38,6	40,8	59	57,4	58	69,3	63,2	58	55,5
	Внутрішньогрунтово	42,2	62,3	81,2	65	47,6	71,2	69	69,3	63,5
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	Врозкид	59,2	61,4	76,3	62,4	65,9	62,6	64,9	64,1	64,6
	Внутрішньогрунтово	62,7	73,2	73,9	62,5	76,2	71,5	60	69	68,6

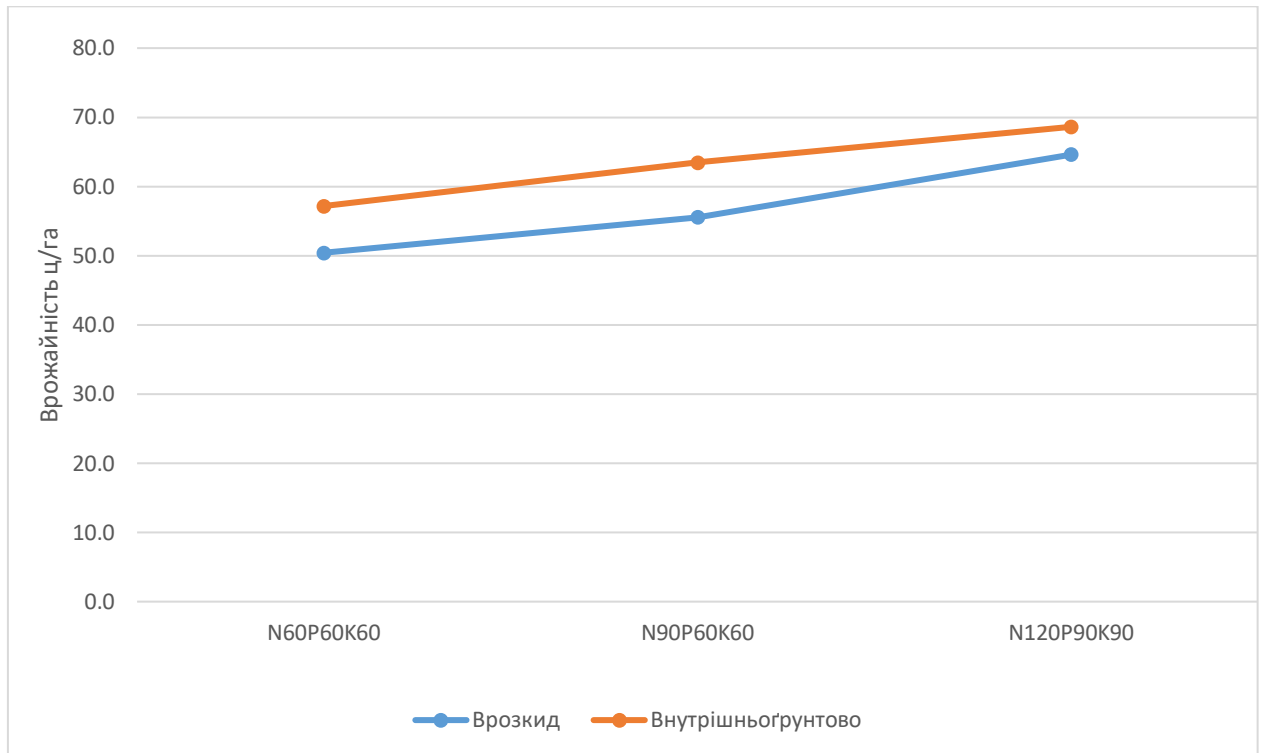


Рисунок 3.1 – Залежність врожайності від типу внесення добрив

1) Без добрив (Таблиця 3.4, рисунок 3.2)

- Урожайність усіх гібридів найнижча (в середньому 49,3 ц/га).
- Найвищу врожайність без удобрення показали гібриди Піонер 3981 (73 ц/га) та Піонер 3923 (69 ц/га), що свідчить про їх добру генетичну продуктивність навіть без додаткового живлення.

Таблиця 3.4 – Урожайність без добрив

Доза добрива	Спосіб внесення	Гібриди							
		Маїс Моніка	LG Seeds ЛГ30273	Syngenta Феномен	Піонер 3923	Піонер 3981	Monsanto ДКС 3511	Монсанта ДКС 4014	LG Seeds Адевей
Без добрив		29	31,5	31,9	69	73	47,5	57,5	55,2

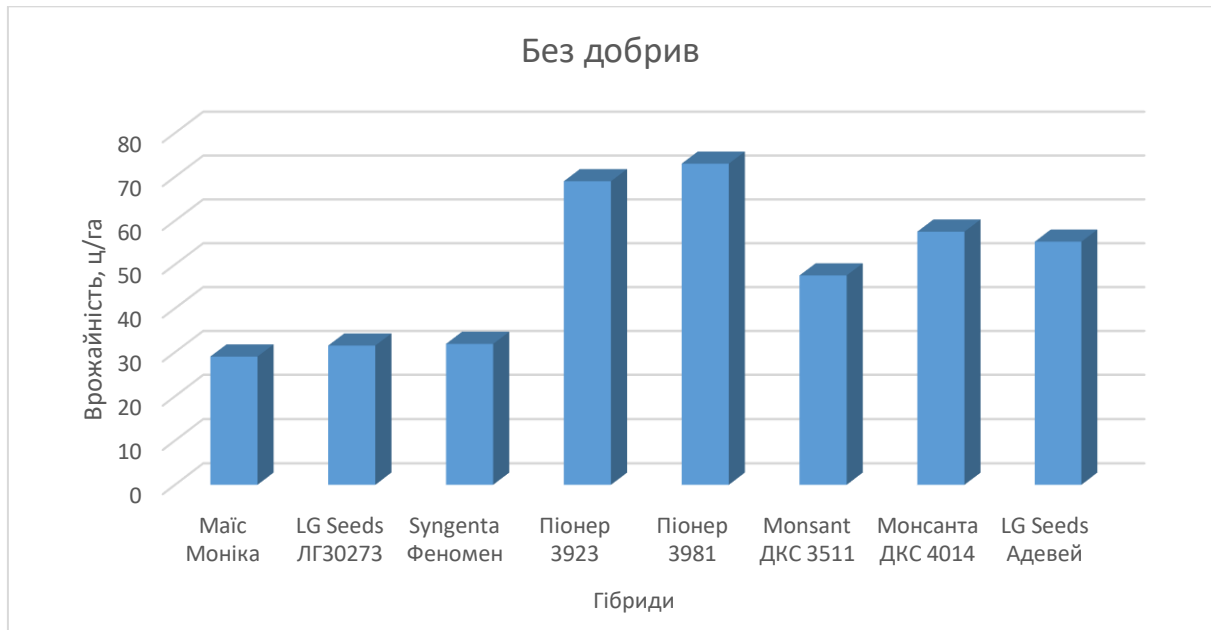


Рисунок 3.2 – Дані врожайності без застосування добрив

2) Доза N60P60K60 (Таблиця 3.5, рисунок 3.3)

- При внесенні врозкид урожайність підвищується незначно - до 50,4 ц/га.
- При внутрішньогрунтовому внесенні добрив урожайність значно вища - 57,2 ц/га, тобто приріст становить +7 ц/га у середньому.
- Найкраще відреагували гібриди LG 30273 (56,9 ц/га), Піонер 3923 (64,7 ц/га) та LG Адевей (62,1 ц/га).

Таблиця 3.5 – Урожайність з добривом N60P60K60

Доза добрива	Спосіб внесення	Гібриди							
		Маїс Моніка	LG Seeds ЛГ30273	Syngenta Феномен	Піонер 3923	Піонер 3981	Monsant ДКС 3511	Монсанта ДКС 4014	LG Seeds Адевей
N60P60K60	Врозкид	45	40,9	42,8	49,6	50,8	68	52,6	53,7
	Внутрішньогрунтово	49,7	56,9	49,6	64,7	64,1	51	59,3	62,1

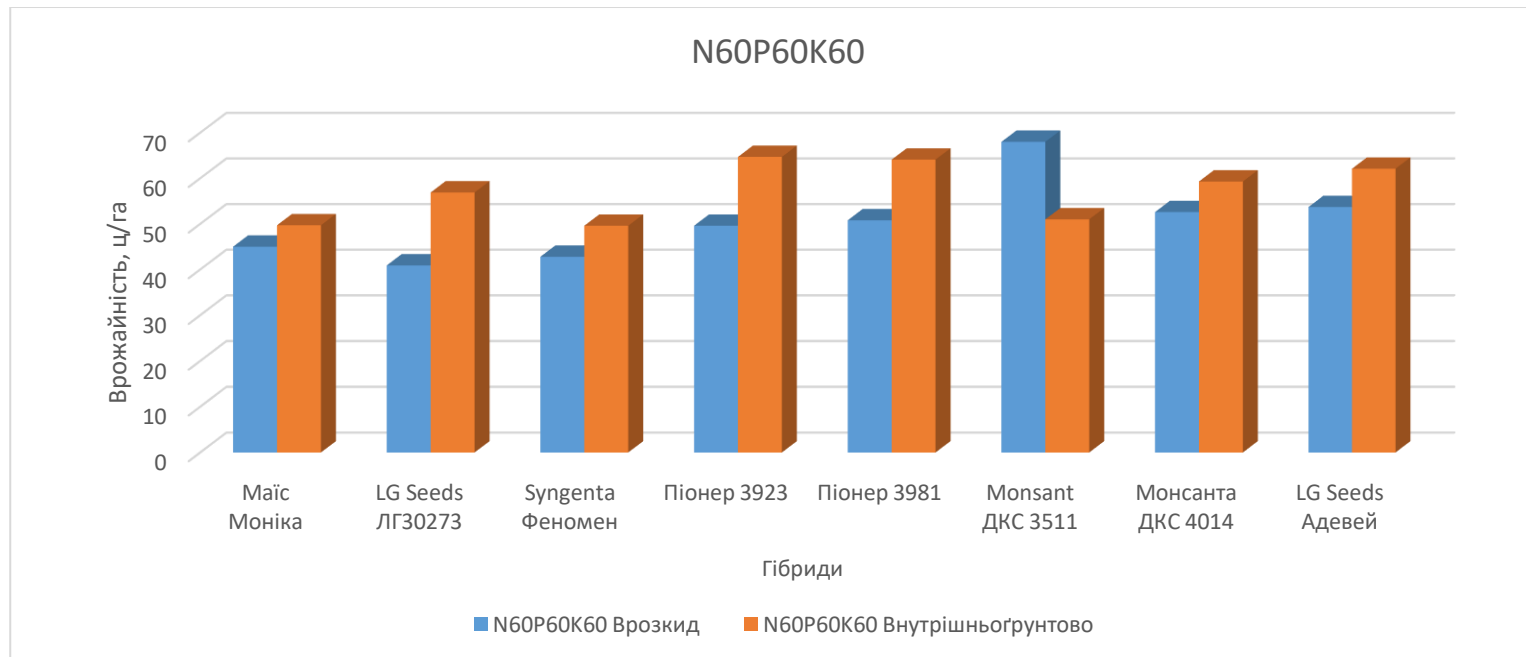


Рисунок 3.3 - Урожайність з добривом N60P60K60

3) Доза N90P60K60 (Таблиця 3.6, рисунок 3.4)

- При врозкидному внесенні урожайність підвищилась до 55,5 ц/га.
- При внутрішньогрунтовому внесенні - ще вище, 63,5 ц/га, тобто приріст становить +8 ц/га.
- Максимальні показники отримано у гібридів Syngenta Феномен (81,2 ц/га) та LG Адевей (69,3 ц/га) - ці гібриди мають найкращу реакцію на підвищення дози азоту та точкове внесення.

Таблиця 3.6 - Урожайність з добривом N90P60K60

Доза добрива	Спосіб внесення	Гібриди							
		Маїс Моніка	LG Seeds ЛГ30273	Syngenta Феномен	Піонер 3923	Піонер 3981	Monsant ДКС 3511	Монсанта ДКС 4014	LG Seeds Адевей
N90P60K60	Врозкид	38,6	40,8	59	57,4	58	69,3	63,2	58
	Внутрішньогрунтово	42,2	62,3	81,2	65	47,6	71,2	69	69,3

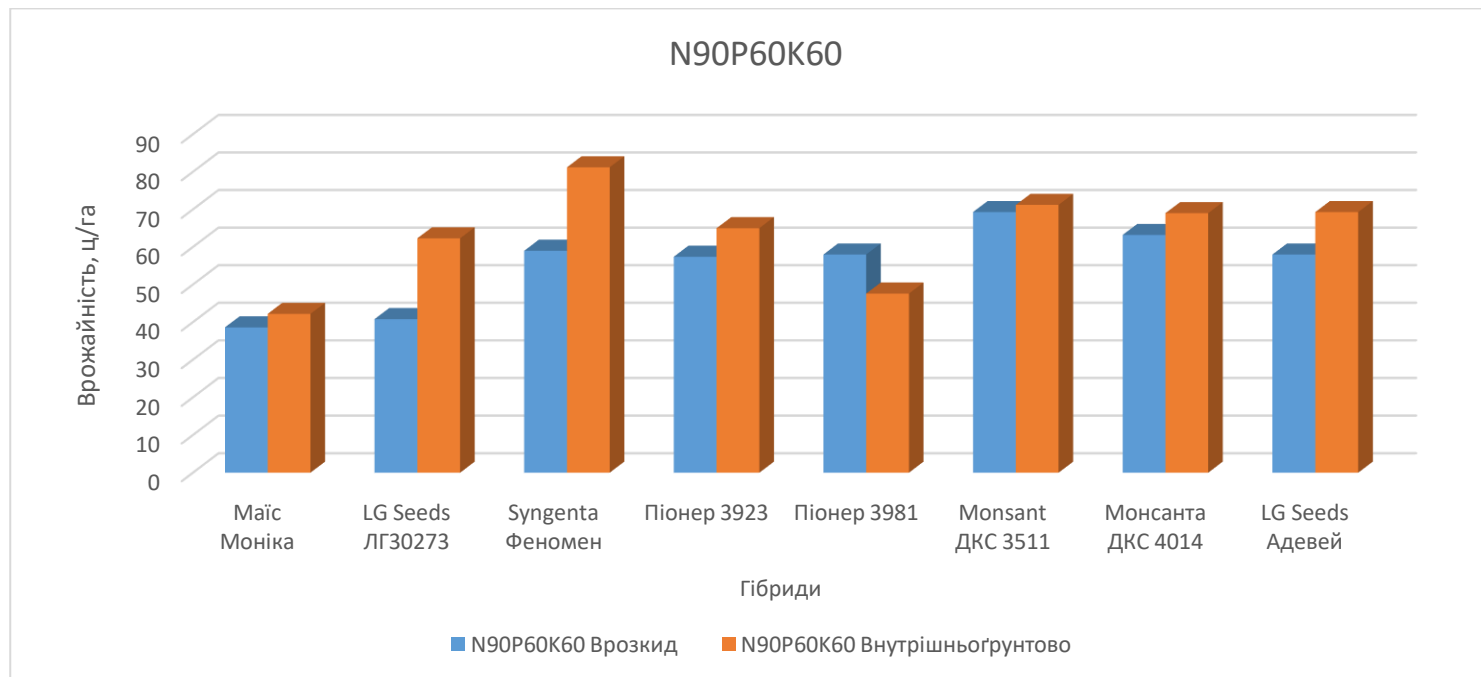


Рисунок 3.4 - Урожайність з добривом N90P60K60

4) Доза N120P90K90 (Таблиця 3.7, рисунок 3.5)

- При врозкидному способі середня врожайність становить 64,6 ц/га.
- При внутрішньогрунтовому способі - 68,6 ц/га, тобто приріст ще +4 ц/га.
- Найвищі результати серед усіх гібридів отримано при внутрішньогрунтовому внесенні: LG Seeds ЛГ30273 - 73,2 ц/га, Syngenta Феномен - 73,9 ц/га, Піонер 3981 - 76,2 ц/га.

Таблиця 3.7 - Урожайність з добривом N120P90K90

Доза добрива	Спосіб внесення	Гібриди							
		Маїс Моніка	LG Seeds ЛГ30273	Syngenta Феномен	Піонер 3923	Піонер 3981	Monsant ДКС 3511	Монсанта ДКС 4014	LG Seeds Адевей
N120P90K90	Врозкид	59,2	61,4	76,3	62,4	65,9	62,6	64,9	64,1
	Внутрішньогрунтово	62,7	73,2	73,9	62,5	76,2	71,5	60	69

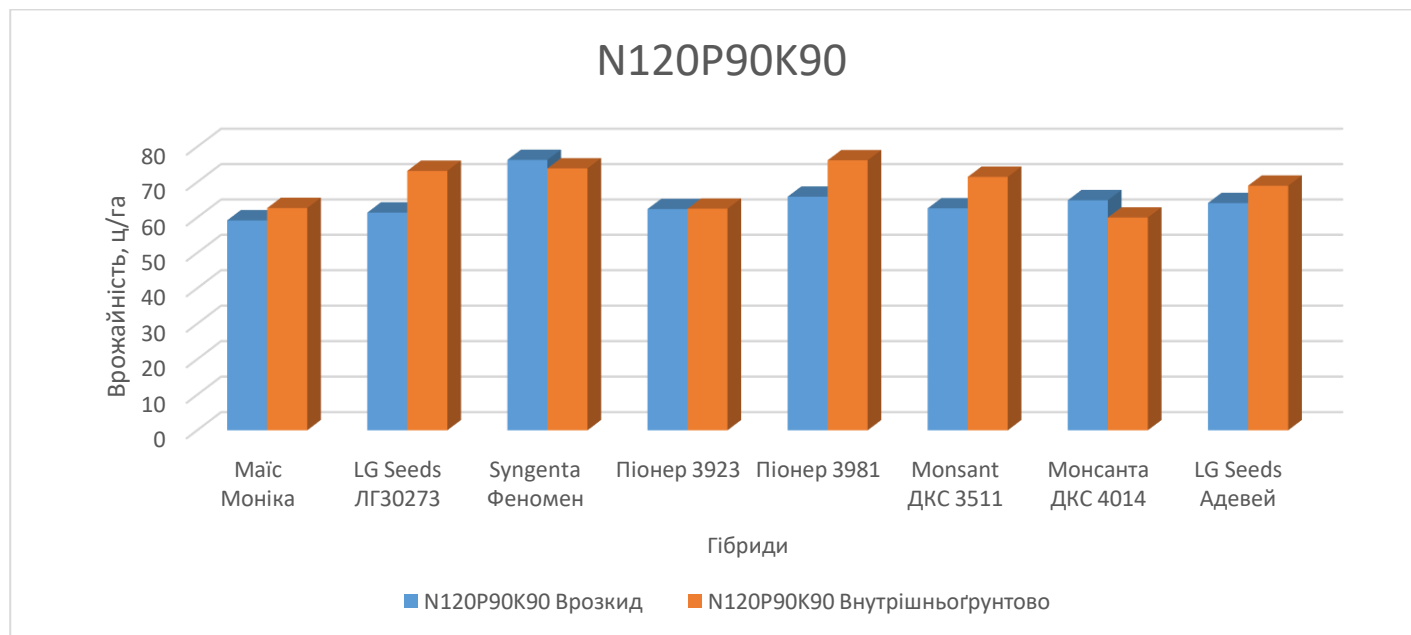


Рисунок 3.5 - Урожайність з добривом N120P90K90

3.3 Висновок

1. Внесення добрив істотно підвищує урожайність кукурудзи - у середньому від 49,3 до 68,6 ц/га (приріст понад 39 %).
2. Внутрішньогрунтове внесення добрив забезпечує стабільно вищі результати порівняно з розкидним - приріст у середньому становить 6–8 ц/га, а на окремих гібридах (як-от Syngenta Феномен, LG 30273) - до 15–20 ц/га.
3. Оптимальна доза добрив для даних умов - N120P90K90: подальше збільшення не досліджувалось, але ця норма забезпечила максимальний результат.
4. Найпродуктивніші гібриди при високому рівні удобрення:
 - Піонер 3981 (76,2 ц/га)
 - Syngenta Феномен (73,9 ц/га)
 - LG Seeds ЛГ30273 (73,2 ц/га)
 - LG Seeds Адевей (69,0 ц/га)
5. Найефективніша технологічна комбінація - внутрішньогрунтове внесення добрив у дозі N120P90K90, що забезпечує найвищу продуктивність та ефективне використання поживних речовин.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених теоретичних і експериментальних досліджень на базі ТОВ «Басагропром» отримано такі основні висновки:

Аналіз природно-кліматичних умов Сумського району засвідчив, що територія характеризується помірно-континентальним кліматом із достатнім тепловим забезпеченням і середнім рівнем зволоження, що створює сприятливі умови для вирощування кукурудзи на зерно за умови раціонального використання мінеральних добрив.

Дослідження різних способів внесення добрив показало, що внутрішньогрунтове внесення є більш ефективним порівняно з традиційним розкидним способом. Завдяки локалізації поживних речовин у зоні активного розвитку кореневої системи забезпечується краще засвоєння елементів живлення та зменшуються їхні втрати через поверхневий стік і випаровування.

Найвищі показники врожайності кукурудзи отримано за дози $N_{120}P_{90}K_{90}$ при внутрішньогрунтовому внесенні добрив, де середня урожайність становила 68,6 ц/га, що перевищує аналогічний показник при розкидному внесенні на 4,0 ц/га, а без удобрення - на 19,3 ц/га.

Серед досліджуваних гібридів найбільш високу продуктивність забезпечили Піонер 3981, Syngenta Феномен та LG Seeds ЛГ30273, урожайність яких досягала 73-76 ц/га. Ці гібриди відзначилися високою адаптивністю до інтенсивних технологій і добрим використанням поживних речовин.

Встановлено, що внутрішньогрунтове внесення добрив позитивно впливає не лише на урожайність, а й на агрофізичні властивості ґрунту: підвищується структура орного шару, покращується вологоутримання та мікробіологічна активність.

Упровадження внутрішньогрунтового способу внесення добрив у технологію вирощування кукурудзи на підприємстві ТОВ «Басагропром» є економічно та екологічно доцільним, оскільки дозволяє зменшити

енерговитрати на обробіток ґрунту, підвищити ефективність використання мінеральних добрив та забезпечити стабільне зростання врожайності культури.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Ma, Q., Rengel, Z., & Rose, T. (2009). *The effectiveness of deep placement of fertilisers is determined by crop species and edaphic conditions in Mediterranean-type environments: A review. Australian Journal of Soil Research*, 47(1), 19–32. DOI:10.1071/SR08105 — огляд глибокого внесення добрив і його вплив залежно від умов та культури.
2. Ma, W., Gartmann, M., & Miao, Y. (2016). *Fertilizer placement to improve crop nutrient acquisition and yield: A review and meta-analysis. Field Crops Research*, 196, 389-401. DOI:10.1016/j.fcr.2016.07.018 — мета-аналіз ефективності розміщення добрив у ґрунті щодо засвоєння живлення та врожайності.
3. Rychel, V., Meurer, K. H. E., Getahun, G. T., Bergström, L., & Kirchmann, H. (2023). *Lysimeter deep N fertilizer placement reduced leaching and improved N use efficiency. Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 126, 213–228. DOI:10.1007/s10705-023-10286-w — дослідження впливу глибокого розміщення азотних добрив на ефективність живлення та екологічні показники.
4. Singh, R. K., De, R., & Turkhede, B. B. (1986). *Effect of fertilizer placement and row arrangements on the yield of two varieties of wheat grown under dryland conditions. The Journal of Agricultural Science*, 107(1), 113–118. DOI:10.1017/S0021859600066855 — класичне поле-ве дослідження глибокого розміщення добрив і врожайності.
5. Zhang, D., Hao, X., Fan, Z., Hu, X., Ma, J., Guo, Y., & Wu, L. (2022). *Optimizing tillage and fertilization patterns to improve soil physical properties, NUE and economic benefits of wheat-maize crop rotation systems. Agriculture*, 12(8), 1264. DOI:10.3390/agriculture12081264 — дослідження оптимізації обробітку ґрунту та добрив для підвищення ефективності.

6. Андрущенко, В. А., & Колісник, І. П. (2021). *Агрохімія: підручник*. Київ: Центр учбової літератури.
7. Бабич, А. О. (2019). *Добрива та системи удобрення в сучасному землеробстві України*. Харків: Міленіум.
8. Гречин, О. І., & Бойко, С. В. (2020). Вплив способів внесення добрив на врожайність кукурудзи. *Агроекологічний журнал*, 3, 45–50.
9. Державна служба статистики України. (2024). *Сільське господарство України 2023: статистичний збірник*. Київ: Держстат України.
10. Єгоров, Б. В., & Писаренко, В. М. (2018). *Основи удобрення сільськогосподарських культур*. Полтава: Астроя.
11. Івченко, О. В. (2022). Оптимізація доз і способів внесення мінеральних добрив у Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*, 10, 22–28.
12. Кучер, О. М., & Романенко, С. М. (2021). Економічна ефективність систем удобрення при вирощуванні кукурудзи. *Економіка АПК*, 4, 61–66.
13. Лісовий, М. П. (2017). *Агрохімічний контроль у землеробстві*. Київ: Аграрна наука.
14. Медведєв, В. В., & Фатєєв, А. І. (2019). *Ґрунти України: властивості, родючість, охорона*. Харків: Планета-прінт.
15. Мінагрополітики України. (2024). *Стан і перспективи використання мінеральних добрив у сільському господарстві України*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://minagro.gov.ua>.
16. Нікітін, В. М., & Кравець, В. В. (2020). Вплив органічних добрив на родючість чорноземів. *Ґрунтознавство і агрохімія*, 2(91), 37–43.
17. Писаренко, В. М., & Коваленко, І. П. (2021). Екологічна оцінка застосування добрив у системі землеробства. *Наукові праці Інституту землеробства НААН України*, 3, 72–80.
18. Риженко, І. С., & Мельник, А. В. (2022). Точне землеробство як інструмент підвищення ефективності використання добрив. *Сучасне аграрне виробництво*, 1, 33–39.

19. Сайко, В. Ф., & Кононенко, Л. О. (2020). *Системи землеробства і удобрення культур у Лісостепу України*. Київ: ННЦ «Інститут землеробства НААН».
20. ТОВ «БасАгроПром». (2024). *Виробничі показники господарства та результати польових досліджень (внутрішня звітність)*. Суми: Архів підприємства.
21. Український науково-дослідний інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського (УкрНДІГА). (2023). *Методичні рекомендації з оцінки родючості чорноземів типових*. Харків: УкрНДІГА.

ДОДАТОК А КОПІЇ ПУБЛІКАЦІЇ



Сумський національний аграрний університет



Національний технічний університет «ХПІ»



Політехніка Свєнтокржиська в Кельцах (Польща)



ТОВ «ТРІЗ»



Сумський державний університет



Державний біотехнологічний університет



Українська технологічна академія



ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ІНДУСТРІЇ 5.0

Збірник тез за матеріалами 31^{ої} міжнародної науково-
практичної конференції
(21-23 жовтня 2025 р.)

Частина 1

Секції: «Інноваційні технології на транспорті»,
«Інноваційні технології в сільському господарстві»,
«Інноваційні технології в харчовій промисловості»,
«Інноваційні технології в промисловості»

Суми – 2025

Інноваційні технології в Індустрії 5.0: Збірник тез за матеріалами 31-ої міжнародної науково-практичної конференції (21-23 жовтня 2025 р.). Ч.1. – Суми: СНАУ, 2025 - 177 с.

Збірник містить тези доповідей, присвячені питанням впровадження інноваційних технологій в промисловості, агропромисловому комплексі, транспорті, економіці і методикі викладання у ВНЗ.

- Feeding_Combine (дата звернення: 02.10.2025).
4. Risius N. Analysis of a combine grain yield monitoring system. Thesis. – Iowa State University, 2014. URL: <https://dr.lib.iastate.edu/bitstreams/8afb3ae1-bdcc-46d4-b6b5-9e0629385473/download> (дата звернення: 02.10.2025).
 5. Система точного землеробства. Метод. вказівки. – Миколаїв : МНАУ. – URL: https://www.mnau.edu.ua/files/faculty/ingenerno-energ/kaf_tsgm_ets/systema-tochnogo-zemlerobstva.pdf (дата звернення: 02.10.2025).
 6. Осадча А. О. Точне землеробство як аграрно-правова категорія: генеза розвитку і правові проблеми визначення в Україні та світі // Аграрно-правова. 2025. № 62. URL: <https://ap-journal.in.ua/wp-content/uploads/2025/02/62.pdf> (дата звернення: 02.10.2025).
 7. Machine Sync Технологія точного землеробства. Сайт <https://www.deere.ua/>. Техніка / Сільськогосподарська техніка / Точне землеробство. URL: <https://www.deere.ua/uk/%D0%A2%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B5-%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8-%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96/machine-sync/> (дата звернення: 01.10.2025).
 8. Джон Мішлер. John Deere оновив програмне забезпечення та функції Machine Sync. Сайт <https://traktorist.ua/> Біржа сільгосптехніки. Головна / Новини / Стаття. 18.02.2019. URL: <https://traktorist.ua/news/2903-john-deere-onoviv-programne-zabezpechennya-ta-funktsiyi-machine-sync> (дата звернення: 01.10.2025).

Жаден М. Ю., Івченко О. В., Жигилій Д. О., Новіков І. А., Кошевой М. С., СНАУ, м.Суми, Україна

ДОСЛІДНО-АНАЛІТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНУТРІШНЬОҐРУНТОВОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ У СИСТЕМІ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

Рациональне використання мінеральних і органічних добрив є одним із ключових чинників підвищення ефективності сучасного агровиробництва. В умовах трансформації клімату, деградації ґрунтів і зростання цін на добрива особливого значення набувають технології внутрішньоґрунтового внесення добрив, які дозволяють зменшити втрати поживних речовин, підвищити коефіцієнт їх засвоєння рослинами та оптимізувати енергетичні витрати на обробку ґрунту [1].

Метою дослідження є аналіз ефективності технології внутрішньоґрунтового внесення добрив під час оброблення ґрунту на прикладі агровиробництва північно-східного регіону України, оцінка її впливу на родючість ґрунту, врожайність основних культур та економічні показники господарства.

Методи дослідження включали польові спостереження, лабораторний аналіз ґрунтів, облік урожайності та порівняльний економічний аналіз результатів застосування поверхневого і внутрішньоґрунтового способів внесення добрив [2].

Внутрішньоґрунтове внесення добрив забезпечує рівномірне розподілення поживних елементів у зоні активного росту кореневої системи, що сприяє кращому використанню азоту, фосфору та калію культурами. У дослідженнях, проведених на агровиробництві протягом 2024–2025 років рис. 1, встановлено, що використання культиваторів із системою глибинного локального внесення мінеральних добрив дозволило підвищити врожайність зернових культур на 8–12 % порівняно з традиційним способом. Також спостерігалось покращення фізико-хімічних властивостей ґрунту: збільшення вмісту гумусу на 0,1–0,15 %, зменшення щільності орного шару, стабілізація водно-повітряного режиму. Це свідчить про довготривалий позитивний вплив технології на стан ґрунтового середовища.

Важливим аспектом є енергетична ефективність. Використання комбінованих агрегатів, що одночасно проводять обробіток і внесення добрив, знижує кількість проходів по полю, скорочує витрати палива до 20 % та зменшує ущільнення ґрунту. Отримані дані за допомогою польового експерименту (рис. 1) підтвердили результати, що отримані в роботі [5].

Економічні розрахунки показали, що додаткові витрати на обладнання для внутрішньогрунтового внесення добрив окупаються протягом 2–3 років за рахунок підвищення врожайності та зменшення витрат на добрива. Середній коефіцієнт рентабельності впровадження технології на підприємстві може становити 115–125 % відповідно до даних авторів роботи [6].



Рисунок 1 – Фото польових досліджень

Крім того, внутрішньогрунтова система внесення сприяє зменшенню викидів парникових газів та нітратного забруднення поверхневих вод, що відповідає вимогам екологічного землеробства та концепції Сталого розвитку [7].

Таким чином, впровадження технології внутрішньогрунтового внесення добрив на агро-виробництві північно-східного регіону довело свою ефективність з точки зору підвищення врожайності, економії ресурсів та покращення екологічного стану ґрунтів. Отримані результати свідчать про доцільність поширення даної технології в господарствах, що спеціалізуються на інтенсивному вирощуванні зернових культур. Подальші дослідження варто спрямувати на оптимізацію норм і глибини внесення добрив залежно від типу ґрунту та культури.

Отже, внутрішньогрунтове внесення добрив є перспективним напрямом розвитку сучасного землеробства, який поєднує економічну вигідність із принципами ресурсозбереження та екологічної безпеки [8].

ЛІТЕРАТУРА:

1. Малік М. Й., Григоренко Ю. М. Екологічно безпечні технології внесення добрив у землеробстві. – Київ: Аграрна наука, 2022. – 212 с.
2. ДСТУ 7368:2013. Машини сільськогосподарські. Методи визначення ефективності використання добрив. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2014.
3. Петренко В. П., Лавренюк І. О. Підвищення ефективності внутрішньогрунтового внесення добрив при обробітку ґрунту. // Вісник аграрної науки. – 2023. – № 7. – С. 56–62.
4. Грек І. В. Вплив технологічних прийомів удобрення на агрохімічні властивості чорноземів. // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2023. – № 4. – С. 33–41.
5. European Fertilizer Manufacturers Association (EFMA). Best practices for fertilizer application. – Brussels, 2021.
6. OECD. Sustainable agriculture indicators 2024. – Paris: OECD Publishing, 2024.

7. FAO. Conservation agriculture and nutrient management. – Rome: FAO, 2022.
8. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. Strategy for sustainable agricultural development 2030. – Kyiv, 2023.

УДК.631

Горобець Я.М., магістрант, Саржанов Б.О. PhD, доцент. Харченко Ф.М., к.т.н., доцент, Калнагуз О.М. ст. викладач, СНАУ, м. Суми, Україна

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ

Ефективний вибір методу збирання гарантує малі зернові втрати, зменшення коштів на збір врожаю і забезпечує високу якість продукції.

Існує два види збирання зернових культур це пряме комбайнування та роздільне.

Збираючи дуже полегли хліби, коли значна частина колосків нижче від висоти зрізання стебел, мотило працюватиме краще, коли обладнати різальний апарат жатки стеблорізачами (ліфтерами) різної конструкції [1].

Особливості скошування вологих і забур'янених посівів полягають у тому, що їх важче підрізати ножами жатки. Хлібна маса затримується на пальцях різального апарата, підіймаючи ніж над протирізальними пластинами, до того ж різко погіршується або зовсім припиняється зрізування хлібів, а отже, зростають і втрати зерна [1].

На скошуванні жатками хлібів у валки відбуваються втрати зерна (в основному через вбивання зернин із колоса планками мотило), зрізаного та не зрізаного колосся (внаслідок неякісної роботи різального апарата та подільників). Щоб цього не сталося, потрібно встановити оптимальну висоту зрізування стеблостою [1].

Основним методом збирання врожаю ранніх зернових культур є прямий обмолот. Вибір методу збирання включають рівномірне досягнення стебел рослин 14-16% вологості, низьку кількість бур'янів у посівах, мінімальне вилягання стебла і наявність техніки для проведення обмолоту.

Після того як зерно досягло потрібної вологості для обмолоту найкраще використовувати пряме комбайнування використання цього методу є більш доцільним, якщо розпочати його на день раніше, ніж досягнуто повну стиглість.

Роздільний метод може бути застосований в залежності від стану полів і наявності необхідного обладнання для комбайнів. Критерії вибору цього методу включають нерівномірне дозрівання зерна, високу бур'янистість полів, а також недостатність збиральної техніки і навантаження на комбайн.

Двофазна (валкова) технологія включає такі етапи: перше - зрізання стебел та укладання їх у валки; друге - підбирання валків, обмолот та розділення продуктів обмолоту на зернову і незернову частини врожаю. Після першої фази стебла у валках висихають, зерно досягає стиглості, його вологість вирівнюється. Після 1-2 днів проводиться друга фаза - обмолотка валків. Розпочинають збирання зернових в восковій стиглості культури. Зерно яке становить 30-40% вологості, має міцний зв'язок з колоском. Рослини скошені у валок, краще захищають зерно від впливу вітру, що дозволяє відкласти строки обмолоту.

На полях сумського НАУ застосовується пряме комбайнування для цього університет використовує комбайн ДОН-1500.

Під час руху комбайна по полю він за допомогою ножів зрізає хлібну масу та відправляє її за допомогою шнека який встановлений у середині хатки до наклонної камери яка транспортує масу до камери обмолоту де вимолочується зерно і відділяється від соломи і осипається на стрясну дошку потім по ній зерно переходить до решет очищення через решета проходить уже очищене зерно яке потім піднімається до бункера за допомогою зернового елеватора з бункера потім його вивантажують за допомогою вивантажувача шнеку.

Очистка призначена для відділення дрібного вороху від зерна для того щоб на виході отримувати чисте зерно.

<https://dSPACE.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/0cce5a37-00cb-48f4-bfc5-11cd23221010/content>

4. Коваленко А. Просапний культиватор Hatzenbichler SKM не пошкоджує сходи навіть уночі. Сайт AgroTimes.ua. Журнал "The Ukrainian Farmer". Головна / Техніка /. 14.07.2021. URL: <https://agrotimes.ua/tehnika/prosapnyj-kulyvator-hatzenbichler-skm-ne-poshkodzhuye-shody-navit-unochi/> (дата звернення: 04.09.2025).
5. Культиватор IC Weeder. Сайт <https://www.claas.com>. Головна / Сільгосптехніка / Steketee / Інформація про Steketee / Просапна техніка / Культиватор IC Weeder. URL: https://ats.in.ua/storage/tb-products_tree.files/2022/08/18/1660806778_ic-weeder-ua.pdf (дата звернення: 10.09.2025).
6. Steketee EC-Weeder 9 V: універсал із штучним інтелектом / О. Скринчук та ін. «Агроном» - журнал про сучасне вирощування сільськогосподарських культур. Сайт <https://www.agronom.com.ua/>. Головна / Публікації / Агротехніка. 14.05.2022. URL: <https://www.agronom.com.ua/steketee-ec-weeder-9-v-universal-iz-shtuchnym-intelektom/> (дата звернення: 11.09.2025).

Кошевой В. О., Івченко О. В., Жигилій Д. О., Подлесний А. В., Жаден М. Ю., СНАУ, м.Суми, Україна

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ РИНКОВОГО НАГЛЯДУ У СФЕРІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТА ЛІСОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Ринковий нагляд за транспортними засобами, включно зі сільськогосподарськими і лісогосподарськими машинами, є важливим інструментом забезпечення безпеки, екологічних стандартів і технічної відповідності продукції, що потрапляє на внутрішній ринок. Для агропідприємств, які експлуатують великі парки техніки, питання контролю якості, сертифікації типів і введення в обіг мають прямий вплив на безпеку праці, експлуатаційні витрати та конкурентоспроможність [1].

У січні 2024 року Кабінет Міністрів України ухвалив Технічний регламент затвердження типу сільськогосподарських і лісогосподарських транспортних засобів (Постанова №28), який встановлює вимоги до процедури оцінки відповідності та введення в обіг цих транспортних засобів [2]. Документ гармонізує українське законодавство з європейським, забезпечуючи поступову інтеграцію у спільний ринок ЄС.

Сучасні умови функціонування сільськогосподарських підприємств в Україні характеризуються складними викликами. Військові дії та руйнування інфраструктури ускладнюють логістику постачання техніки й комплектуючих, а також можливість проходження процедур сертифікації [3]. У таких умовах роль органів ринкового нагляду зростає, оскільки саме вони забезпечують дотримання мінімальних вимог безпеки, навіть за обмежених ресурсів.

Залежність аграрного сектору від імпортової техніки створює додаткові проблеми. Часто імпортовані машини виготовлені за іншими технічними стандартами, що вимагає адаптації до національного законодавства та правильного оформлення введення в обіг [4]. Водночас модернізація українських підприємств вимагає швидкого оновлення техніки, але жорсткі вимоги до підтвердження відповідності можуть збільшувати витрати або затримувати процеси закупівель.

Серед практичних проблем, що спостерігаються у сфері ринкового нагляду, – адміністративні затримки при випробуваннях, відсутність доступу до сертифікаційних центрів у деяких регіонах і потреба у посиленому контролі за ввезенням техніки [5]. Це створює ризики як для держави, так і для підприємств.

Попри труднощі, реформування системи ринкового нагляду створює можливості для підвищення якості техніки, розвитку вітчизняного виробництва та покращення доступу українських компаній до європейських ринків. Гармонізація законодавства з нормами ЄС сприятиме посиленню безпеки праці, енергоефективності та екологічної відповідальності аграрно-

го виробництва [6].

Для підвищення ефективності ринкового нагляду доцільно передбачити мобільні інспекційні групи у регіонах з ускладненим доступом, спростити процедури підтвердження відповідності в умовах відновлення інфраструктури та забезпечити цифровізацію документообігу [7]. Сільськогосподарські підприємства, у свою чергу, повинні впроваджувати політику планового технічного аудиту, вести належну документацію та співпрацювати з акредитованими органами оцінки відповідності.

Отже, тема ринкового нагляду щодо введених в обіг сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів є надзвичайно актуальною для сучасної України. Вона поєднує аспекти технічної безпеки, євроінтеграції, економічної стійкості та державного регулювання, які визначатимуть подальший розвиток аграрного сектору у найближчі роки [8].

ЛІТЕРАТУРА:

1. Про ринковий нагляд і контроль нехарчової продукції: Закон України від 02.12.2010 № 2735-VI.
2. Технічний регламент затвердження типу сільськогосподарських і лісгосподарських транспортних засобів: Постанова Кабінету Міністрів України від 19.01.2024 № 28.
3. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Огляд стану аграрного сектору у воєнний період. – Київ, 2023.
4. European Commission. Regulation (EU) 2018/858 on the approval and market surveillance of motor vehicles and their trailers. – Brussels, 2018.
5. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. Звіт про діяльність у сфері ринкового нагляду за 2023 рік. – Київ, 2024.
6. European Parliament. Machinery Regulation (EU) 2023/1230. – Official Journal of the European Union, 2023.
7. Міністерство економіки України. Концепція розвитку системи технічного регулювання до 2030 року. – Київ, 2023.
8. OECD. Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2024. – Paris: OECD Publishing, 2024.

Ніколаєнко О. С., Івченко О. В., Жигилій Д. О., Подлесний А. В., Сергієнко А. В., СНАУ, м.Суми, Україна

НАУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗРАХУНКУ ВАЛЬЦІВ КОЧЕННЯ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Вальці кочення є ключовими елементами багатьох машин аграрного призначення, зокрема ґрунтообробних та посівних агрегатів. Технічні характеристики вальців, такі як жорсткість, міцність та геометрична точність, безпосередньо впливають на якість обробітку ґрунту та ефективність роботи техніки [1].

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю підвищення продуктивності та довговічності агрегатів, оптимізації конструктивних параметрів вальців та зменшення енерговитрат під час роботи машин. Традиційні методи розрахунку часто не враховують реальні умови експлуатації та фізико-механічні властивості ґрунтів, що знижує точність прогнозування та ефективність техніки [2].

Теоретичні передумови та принципи розрахунку

Класичний підхід до розрахунку вальців ґрунту базується на визначенні напружень, деформацій і контактного тиску на ґрунт. Формули враховують момент інерції, жорсткість валка та опір ковзання [3].

Для удосконалення методики пропонується враховувати:

1. Нерівномірність опору ґрунту за глибиною обробітку;
2. Вплив вологості та щільності ґрунту на контактні характеристики;
3. Динамічні коливання валків під час руху агрегату по нерівному полі;

СЕКЦІЯ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ»	
<i>Маренкова Т.І., ст. викладач, СНАУ</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ВИСІВОК АМАРАНТУ У ТЕХНОЛОГІЇ СТРАВ ІЗ РИБНОЇ СІЧЕНОЇ МАСИ	61
<i>Савченко М.Ю., к.т.н., доцент, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ВІД ОБЛАДНАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВOSTІ	62
<i>Бондаренко С.П., студент, СНАУ, Суми, Україна</i>	
РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ М'ЯСА ПТИЦІ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ.....	63
<i>Головач А.Л., студентка, СНАУ, Суми, Україна</i>	
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ РИБНОЇ СИРОВИНИ	64
<i>Карпенко В.В., студентка, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ВИРОБНИЦТВО СИРНИКІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ	65
<i>Маренкова Т.І., ст. викладач, СНАУ</i>	
ВИКОРИСТАННЯ КРІОПОРОШКУ МОРКВИ У ТЕХНОЛОГІЇ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ ІЗ ДРІЖДЖОВОГО ТІСТА.....	66
<i>Уласський М. О., студент, СНАУ, Суми, Україна</i>	
НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КУРЯЧИХ КОВБАС	67
<i>Муха Р.В., студент, СНАУ, Суми, Україна</i>	
АНАЛІЗ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА РИБНИХ СТРІПСІВ	68
<i>Миценко Д.Ю., студент, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОТЛЕТ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ.....	69
<i>Жук В. В., студентка, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЛІЙНО-ЖИРОВОЇ ПРОМИСЛОВOSTІ.....	70
<i>Харченко А.Р., студентка, Савченко М.Ю. к.т.н., доцент СНАУ, м.Суми, Україна</i>	
ПЕРЕТВОРЕННЯ ХІМІЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ТЕПЛО: ФУНДАМЕНТАЛЬНИЙ ПРИНЦИП	71
СЕКЦІЯ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ»	
<i>Кожушко А.П., професор, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ROBOTIC PLATFORMS AS A DRIVING FORCE OF THE AGRICULTURAL SECTOR	73
<i>Груць О.С., магістрант, Сіренко Ю.В. PhD, доцент., Калнагуз О.М. ст. викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i>	
ТЕХНОЛОГІЇ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ПРИ ЗБИРАННІ ЗЕРНОВИХ	74
<i>Жадеп М. Ю., Івченко О. В., Жигилій Д. О., Новіков І. А., Кошевой М. С., СНАУ, м.Суми, Україна</i>	
ДОСЛІДНО-АНАЛІТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ У СИСТЕМІ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ В ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ	76
<i>Горобець Я.М., магістрант, Саржанов Б.О. PhD, доцент. Харченко Ф.М., к.т.н., доцент, Калнагуз О.М. ст. викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i>	
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ	78
<i>Даниленко В.Д., Череватенко Р.В., аспіранти, НТУ «ХПІ», Харків, Україна</i>	
ГІБРИДИЗАЦІЯ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ СИЛОВИХ УСТАНОВОК ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА.....	79
<i>Ткаченко А.М., магістрант; Саржанов Б.О. PhD, доцент; Харченко Ф.М., к.т.н., доцент; Калнагуз О.М. ст. викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i>	
ОГЛЯД МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ ТА ЇХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ	81

<i>Семітко Р.О., магістрант; Саржанов Б.О. PhD, доцент. Харченко Ф.М., к.т.н., доцент; Калнагуз О.М. ст. викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i>	
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ.....	83
<i>Шаповал В.О., магістрант; Горювий М.В., Калнагуз О.М., старший викладач; СНАУ, м. Суми, Україна</i>	
АНАЛІЗ ОПЕРАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ.....	85
<i>Нестеренко Д.В., магістрант, Саржанов Б.О. PhD, доцент. Харченко Ф.М., к.т.н., доцент; Калнагуз О.М. ст. викладач, СНАУ, м. Суми, Україна</i>	
ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ НА РУХ АГРЕГАТІВ.....	87
<i>Кошевой В. О., Івченко О. В., Жигилій Д. О., Подлесний А. В., Жаден М. Ю., СНАУ, м.Суми, Україна</i>	
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ РИНКОВОГО НАГЛЯДУ У СФЕРІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТА ЛІСОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....	89
<i>Николаєнко О. С., Івченко О. В., Жигилій Д. О., Подлесний А. В., Сергієнко А. В., СНАУ, м.Суми, Україна</i>	
НАУКОВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗРАХУНКУ ВАЛЬЦІВ КОЧЕННЯ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....	90
<i>Сергієнко А. В., Івченко О. В., Жигилій Д. О., Новіков І. А., Николаєнко О. С., СНАУ, м.Суми, Україна</i>	
НАУКОВО-АНАЛІТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНИХ МЕТОДІВ ОБЧИСЛЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ПРУЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНІКИ.....	91
<i>Ширяєв Д. О., Івченко О. В., Кузіков О. А., Андрусак В. О., Ратушиній О. В., СНАУ, м.Суми, Україна</i>	
ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ДИНАМІЧНОГО АНАЛІЗУ ВИСОКОШВИДКІСНИХ КОНТРРОТОРНИХ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ.....	93
<i>Барабани Г.І., к.т.н., доцент, СНАУ, м. Суми, Україна</i>	
ПЛАНУВАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ В СИСТЕМІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОСЛИННИЦТВА.....	95
<i>Баранов С.С., магістрант, Сумський НАУ, м. Суми, Україна</i>	
АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ТА ПРАКТИЧНИХ ПИТАНЬ ВИКОРИСТАННЯ МАШИНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПО ДОГЛЯДУ ЗА ПОСІВАМИ СОНЯШНИКА В УМОВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	96
<i>Близнюк А.О., магістрант, Мельник О.О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЯМИ ЗМІННИХ НОРМ.....	97
<i>Мельник О.О., магістрант, Близнюк А.О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ПЕРЕВАГИ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЯМИ ЗМІННИХ НОРМ.....	99
<i>Гапонов О.Г., магістрант, Колісник О.П., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ОСНОВНІ ЕТАПИ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ.....	101
<i>Колісник О.П., магістрант, Гапонов О.Г., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ДИФЕРЕНЦІЙОВАНЕ ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ.....	102
<i>Немченко А.О., магістрант, Гончаров І. М., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРИТИСКНИМ ЗУСИЛЛЯМ НА СУЧАСНИХ СІВАЛКАХ.....	104
<i>Гончаров І. М., магістрант, Немченко А.О., магістрант, СНАУ, Суми, Україна</i>	
ВПЛИВ ҐРУНТОВИХ УМОВ НА РОБОТУ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРИТИСКНИМ ЗУСИЛЛЯМ НА СУЧАСНИХ СІВАЛКАХ.....	105
<i>Гузенко В.А., магістрант, Саржанов Б.О., доцент, СНАУ, Суми, Україна;</i>	
ВПЛИВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА НА ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ.....	107