

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення використання техніки при вирощуванні гречки з
розробкою операційної технології сівби**

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-1-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Березін Юрій Андрійович

Керівник: _____ Кабат Олег Станіславович

Рецензент: _____ Лисенко Олександр Анатолійович

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

прізвище, ініціали

«05» травня 2026 р

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Березіну Юрію Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення використання техніки при вирощуванні гречки з розробкою операційної технології сівби

керівник проєкту Кабат Олег Станіславович, д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «5» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів сівби. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Стан вирощування гречки в Україні та вплив технології сівби на її врожайність. 2. Розробка плану механізованих робіт виробництва гречки. 3. Удосконалення конструкції зернової сівалки. 4. Розробка операційно-технологічної карти сівби. 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища 6. Техніко-економічні показники удосконаленої сівалки. Висновки та пропозиції. Література.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Аналіз вирощування гречки (А1) 2. План механізованих робіт вирощування гречки (А1) 3. Сівалка зернова (креслення загального виду) (А1). 4. Сошник. Складальне креслення (А1) 5. Кронштейн (А3). 6. Захисна кришка (А4). 7. Втулка (А4). 8. Борозноутворювач (А4). 9. Монтажний кронштейн (А4). 10. Диск сошника (А3). 8. Операційно-технологічна карта сівби (А1) 9. Техніко-економічні показники (А1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Кабат О. С., професор	05.05.2026	12.06.2026
нормоконтроль	Кабат О. С., професор	12.06.2026	

7. Дата видачі завдання: 05.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 12.05.2026 р.	
2	Розробка плану вирощування соняшнику	до 19.05.2026 р.	
3	Конструкційний	до 26.05.2026 р.	
4	Операційно-технологічний	до 02.06.2026 р.	
5	Охорона праці	до 09.06.2026 р.	
6	Економічний аналіз	до 12.06.2026 р.	
7	Графічна частина	до 12.06.2026 р.	

Студент

_____ (підпис)

Березін Ю.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ (підпис)

Кабат О. С.

_____ (прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Березін Ю.А. Удосконалення використання техніки при вирощуванні гречки з розробкою операційної технології сівби / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Розглянуто питання удосконалення використання техніки при вирощуванні гречки з розробкою операційної технології сівби. Проведено аналіз сучасного стану вирощування гречки в Україні, досліджено динаміку посівних площ, рівень урожайності та вплив технології сівби на формування врожаю культури. Розглянуто особливості агротехнічних умов проведення сівби та сучасні конструкції зернових сівалок.

Обґрунтовано комплекс основних технологічних операцій при вирощуванні гречки та розроблено план механізованих робіт. Складено технологічну карту виробництва культури із визначенням потреби в технічних, матеріальних і трудових ресурсах.

У роботі запропоновано удосконалення конструкції зернової сівалки шляхом використання дисково-анкерного сошника, що забезпечує покращення якості формування посівної борозни, стабільність глибини загортання насіння та підвищення ефективності роботи агрегату. Виконано розрахунок параметрів сошника та перевірочний розрахунок елементів конструкції на міцність.

Розроблено операційно-технологічну карту сівби гречки, наведено заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища під час виконання посівних робіт. Проведено техніко-економічне обґрунтування удосконаленої сівалки, яке підтвердило доцільність її впровадження завдяки зниженню експлуатаційних витрат, підвищенню продуктивності та забезпеченню додаткового економічного ефекту.

Ключові слова: гречка, технологія вирощування, сівба, зернова сівалка, дисково-анкерний сошник, механізовані роботи, технологічна карта, продуктивність, урожайність, економічна ефективність.

Зміст

ВСТУП.....	7
1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ СІВБИ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ	9
1.1 Народногосподарське значення гречки	9
1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності гречки	12
1.3 Особливості впливу технологій сівби на формування врожайності гречки ..	16
1.4 Особливості агротехнічних умов проведення сівби.....	21
1.5 Сучасні конструкції зернових сівалок.....	24
1.4 Висновки з розділу	29
2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧКИ	30
2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні гречки	30
2.2 Складання технологічної карти виробництва гречки	34
2.3 Висновки з розділу	40
3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ.....	42
3.1 Конструктивно-технологічна характеристика зернової сівалки.....	42
3.2 Розрахунок параметрів сошника зернової сівалки	46
3.3 Інженерний розрахунок елементів пристрою на міцність	49
3.4 Висновки з розділу	51
4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ СІВБИ	52
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	57
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОЇ СІВАЛКИ	61
ВИСНОВКИ	65
БІБЛІОГРАФІЯ	68
ДОДАТКИ	72

ВСТУП

Гречка є однією з важливих круп'яних культур України, яка має високу харчову цінність, значний експортний потенціал та користується стабільним попитом серед населення. Її зерно містить білки, амінокислоти, вітаміни та мікроелементи, що обумовлює широке використання продукції переробки гречки у харчовій промисловості. Крім того, культура має важливе агротехнічне значення, оскільки є добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, сприяє покращенню фітосанітарного стану ґрунту та є цінною медоносною рослиною.

В умовах сучасного аграрного виробництва особливого значення набуває підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні гречки. Це пов'язано зі зростанням вартості паливно-мастильних матеріалів, необхідністю зниження енерговитрат, підвищенням продуктивності машинно-тракторних агрегатів та забезпеченням високої якості виконання технологічних операцій. Однією з найбільш відповідальних операцій у технології вирощування гречки є сівба, від якості якої значною мірою залежить польова схожість насіння, рівномірність розміщення рослин, їх ріст і розвиток, а також формування врожайності культури.

Недотримання оптимальних параметрів сівби призводить до нерівномірного висіву насіння, погіршення умов проростання, зниження густоти стояння рослин та втрат урожаю. Тому вдосконалення операційної технології сівби гречки та раціональне використання посівної техніки є актуальним завданням для агропромислового комплексу України.

Сучасний розвиток сільськогосподарського машинобудування спрямований на створення високопродуктивних посівних агрегатів, здатних забезпечувати точне дозування насіння, дотримання встановленої глибини загортання та рівномірний розподіл насіння по площі поля. Разом із тим ефективність роботи техніки значною мірою залежить від правильного комплектування машинно-тракторних агрегатів, вибору режимів роботи,

дотримання агротехнічних вимог і раціональної організації виробничого процесу.

У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення використання техніки при вирощуванні гречки шляхом розробки ефективної операційної технології сівби, яка забезпечить підвищення продуктивності праці, зменшення витрат ресурсів та покращення якісних показників виконання технологічної операції.

Метою даного проекту є удосконалення використання техніки при вирощуванні гречки шляхом розробки операційної технології сівби, обґрунтування параметрів роботи машинно-тракторного агрегату та підвищення ефективності виконання посівних робіт.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан вирощування гречки та особливості технології її сівби;
- дослідити технічні засоби, що застосовуються для виконання посівних робіт;
- обґрунтувати вибір машинно-тракторного агрегату для сівби гречки;
- розробити операційну технологію виконання посівної операції;
- визначити основні техніко-економічні показники використання техніки;
- оцінити ефективність запропонованих рішень.

Об'єктом дослідження є технологічний процес сівби гречки.

Предметом дослідження є технічні та технологічні параметри використання посівної техніки при вирощуванні гречки.

Практичне значення роботи полягає у вдосконаленні організації та технології виконання посівних робіт, що сприятиме підвищенню ефективності використання машинно-тракторного парку, покращенню якості сівби та збільшенню врожайності гречки.

1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ СІВБИ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ

1.1 Народногосподарське значення гречки

Гречка є однією з найбільш цінних круп'яних культур, яка займає важливе місце у харчуванні населення та агропромисловому виробництві України. Завдяки своїм унікальним біологічним, харчовим і господарським властивостям вона широко використовується не лише у харчовій промисловості, а й у медицині, тваринництві та бджільництві. Висока поживна цінність зерна, добрі смакові якості продукції переробки та значний вміст біологічно активних речовин зумовлюють стабільний попит на гречку як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Основною продукцією, яку отримують із зерна гречки, є крупа та борошно. Гречана крупа належить до цінних дієтичних продуктів харчування і характеризується високими смаковими властивостями, легкою засвоюваністю та значною енергетичною цінністю. Вона містить велику кількість білка, вуглеводів, жирів, мінеральних речовин і вітамінів, необхідних для нормального функціонування організму людини. У середньому зерно гречки містить 12–18 % білка, близько 68 % вуглеводів, понад 3 % жиру, а також клітковину, мінеральні солі та інші корисні речовини. Особливістю білка гречки є те, що у його складі переважають легкокорозчинні фракції – глобуліни та глютеліни, які значно краще засвоюються організмом людини порівняно з білками інших зернових культур.

Білок гречки характеризується високою біологічною цінністю завдяки значному вмісту незамінних амінокислот. У зерні містяться аргінін, лізин, цистин, гістидин та інші амінокислоти, які відіграють важливу роль у процесах росту, розвитку та відновлення тканин організму. За вмістом лізину, якого недостатньо у більшості злакових культур, гречка значно перевищує пшеницю, ячмінь та кукурудзу. Саме тому продукти переробки гречки є особливо цінними для дитячого та лікувально-профілактичного харчування.

Зерно гречки містить значну кількість мінеральних речовин. У його складі переважають фосфор, калій, магній, кальцій, залізо та мідь. Особливо важливим є високий вміст заліза, завдяки чому гречані продукти рекомендують вживати людям, які страждають на анемію та порушення кровотворення. Магній і калій позитивно впливають на роботу серцево-судинної системи, а фосфор сприяє зміцненню кісткової тканини та покращенню обміну речовин. За вмістом мікроелементів гречка перевищує багато інших круп'яних культур, що робить її незамінним компонентом повноцінного харчування.

Крім цього, у зерні гречки містяться органічні кислоти – лимонна, яблучна, щавлева та малеїнова, які сприяють кращому засвоєнню їжі та покращують процеси травлення. Важливе значення мають також вітаміни групи В, зокрема В1, В2 та В6, які забезпечують нормальну роботу нервової системи, беруть участь у процесах енергетичного обміну та підтримують функціонування серцевого м'яза. Особливу цінність становить вітамін Р (рутин), який зміцнює стінки кровоносних судин, зменшує їх ламкість та використовується у медичній практиці для профілактики й лікування серцево-судинних захворювань.

Завдяки високому вмісту поживних і біологічно активних речовин гречана крупа широко використовується як дієтичний продукт. Її рекомендують вживати дітям, людям похилого віку, а також особам, які страждають на цукровий діабет, гіпертонію, виразкову хворобу шлунка, атеросклероз та захворювання нервової системи. Гречані страви легко засвоюються організмом, сприяють нормалізації обміну речовин і позитивно впливають на загальний стан здоров'я людини.

Важливе значення мають не лише зерно, а й інші частини рослини гречки. Із листків та квіток отримують рутин – лікарську речовину, яка використовується у фармацевтичній промисловості для виготовлення препаратів, що застосовуються при лікуванні гіпертонії, склерозу, капіляротоксикозу та інших захворювань. Крім того, рутин сприяє виведенню з організму радіоактивних речовин та зміцненню судинної системи.

Гречане борошно також є цінним харчовим продуктом. Його використовують для приготування млинців, вареників, локшини, галушок та

інших кулінарних виробів. Проте через відсутність клейковини гречане борошно практично не застосовують у чистому вигляді для випікання хліба. Найчастіше його змішують із пшеничним борошном для підвищення поживної цінності хлібобулочних виробів.

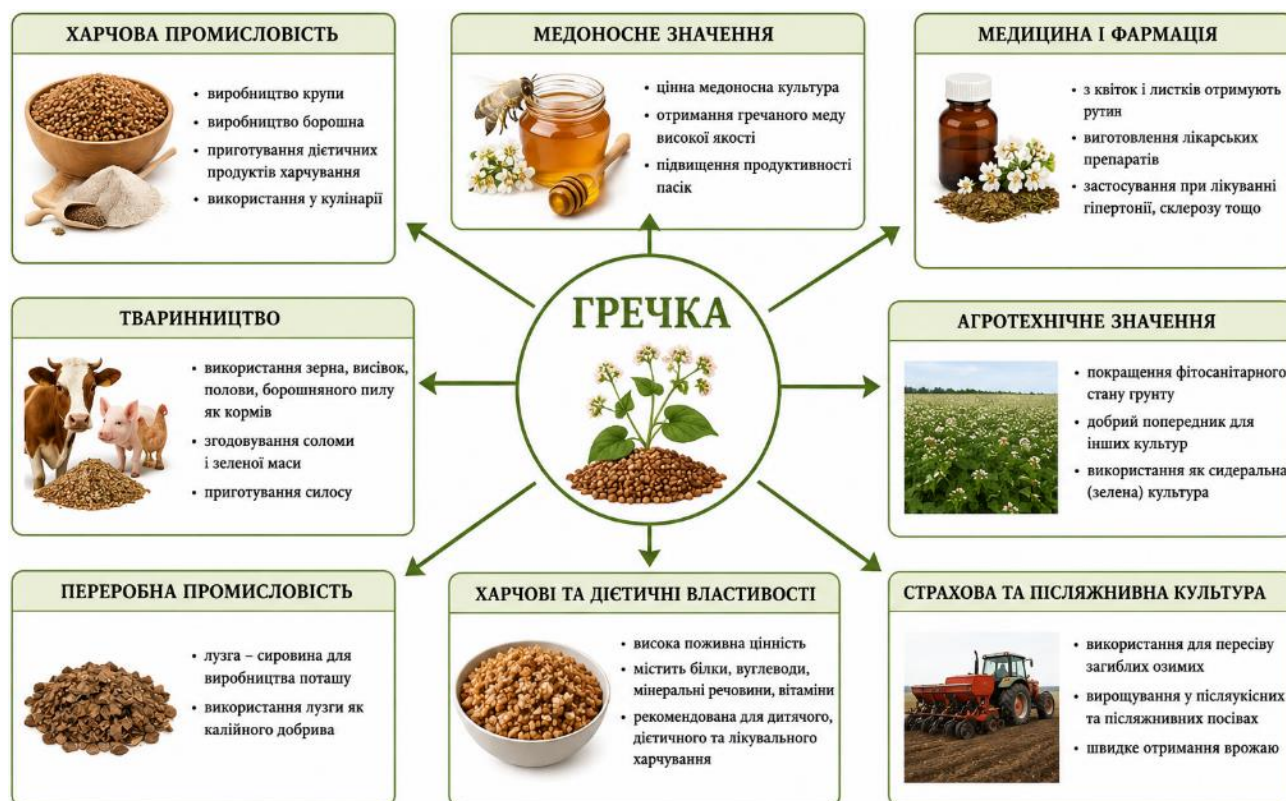


Рисунок 1.1 – Напрями застосування гречки

Велике значення гречка має і для тваринництва. Для годівлі тварин використовують дрібне та щупле зерно, висівки, борошняний пил, полови та соломку. Ці корми характеризуються високою поживністю і добре поїдаються тваринами. Зелена маса гречки може використовуватись для заготівлі силосу та зеленого корму. Особливо цінною є гречана половина, яка містить значну кількість поживних речовин і використовується у раціонах великої рогатої худоби та свиней.

Під час переробки зерна на крупу утворюється значна кількість лузги, яка містить до 40 % окису калію. Це робить її цінною сировиною для виробництва поташу та місцевим калійним добривом. Використання відходів переробки

гречки у сільському господарстві сприяє підвищенню економічної ефективності виробництва та раціональному використанню ресурсів.

Гречка є однією з найкращих медоносних культур. Її квітки виділяють значну кількість нектару, який активно відвідують бджоли. Гречаний мед відзначається високими смаковими та лікувальними властивостями, містить багато мінеральних речовин і вітамінів. У середньому з одного гектара посівів гречки можна отримати 40–60 кг меду, а за сприятливих погодних умов – до 100 кг/га. Саме тому вирощування гречки має важливе значення для розвитку бджільництва та підвищення продуктивності пасік.

Важливою перевагою гречки є її агротехнічне значення. Вона характеризується коротким вегетаційним періодом, тому часто використовується як страхова культура для пересіву загублених озимих посівів. Крім того, гречку вирощують у післяжнивних та післяукісних посівах, що дозволяє ефективніше використовувати земельні ресурси та отримувати додаткову продукцію. Завдяки добре розвиненій кореневій системі та здатності пригнічувати бур'яни гречка позитивно впливає на фітосанітарний стан ґрунту і може використовуватись як сидеральна культура.

Таким чином, гречка є універсальною сільськогосподарською культурою, яка має велике продовольче, кормове, медоносне та агротехнічне значення. Висока поживна цінність зерна, лікувальні властивості продукції переробки, можливість комплексного використання рослини та важлива роль у сівоzmінах обумовлюють необхідність подальшого вдосконалення технологій її вирощування та підвищення ефективності використання технічних засобів у виробництві.

1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності гречки

Гречка є важливою круп'яною культурою України, яка має стратегічне значення для забезпечення продовольчої безпеки держави. Протягом останніх років виробництво гречки в Україні зазнавало значних змін під впливом

економічних, кліматичних та воєнних факторів. Коливання попиту на внутрішньому ринку, зміна закупівельних цін, порушення логістичних зв'язків, нестабільність погодних умов та скорочення площ сільськогосподарських угідь унаслідок воєнних дій істотно вплинули на динаміку посівних площ і врожайність культури.

У 2022 році після початку повномасштабної війни в Україні гречка стала однією з найбільш затребуваних продовольчих культур. Це спричинило різке зростання цін на крупу та підвищення зацікавленості аграріїв у її вирощуванні. За статистичними даними, у 2022 році площа посівів гречки в Україні становила понад 121 тис. га, а валовий збір досяг майже 148 тис. т. У цей період культура характеризувалась відносно високою рентабельністю, що стало стимулом для розширення посівних площ у наступному році.

У 2023 році в Україні спостерігалось суттєве збільшення площ посіву гречки. Загальна площа під культурою зросла до 147,6 тис. га, що стало найвищим показником за останні вісім років. Основними причинами такого зростання були високі ціни попереднього року, підвищений попит населення та прагнення держави забезпечити внутрішній ринок власною продукцією. Крім того, гречка є культурою з відносно коротким вегетаційним періодом, що дозволяє використовувати її як страхову культуру у разі пересіву загиблих озимих.

Позитивним фактором 2023 року стало також підвищення рівня врожайності культури. За даними наукових досліджень, середня врожайність гречки в Україні у 2023 році досягла близько 1,42 т/га, що стало максимальним показником за останні роки. Це було обумовлено сприятливими погодними умовами в окремих регіонах, покращенням матеріально-технічного забезпечення господарств, використанням сучасних сортів та удосконаленням технологій вирощування. У результаті валове виробництво гречки у 2023 році склало понад 207 тис. т, що значно перевищило показники попереднього року.

Разом із позитивними тенденціями надмірне збільшення обсягів виробництва призвело до перенасичення внутрішнього ринку. У другій половині

2023 року спостерігалось поступове зниження закупівельних цін на зерно гречки та готову продукцію. Через це рентабельність культури почала зменшуватися, а частина аграріїв зазнала труднощів із реалізацією вирощеної продукції. Значні перехідні залишки зерна також негативно вплинули на формування цінової політики у наступному сезоні.

У 2024 році посівні площі під гречкою в Україні суттєво скоротилися. За даними аналітичних джерел, площа посівів становила близько 89–92 тис. га. Основною причиною такого скорочення стало падіння закупівельних цін і зниження економічної привабливості культури. Багато сільськогосподарських підприємств переорієнтувалися на більш рентабельні культури, зокрема соняшник, сою та кукурудзу.

Крім економічних факторів, на скорочення площ посіву гречки вплинули й складні погодні умови, нестача фінансових ресурсів у господарствах, дефіцит пально-мастильних матеріалів та загальні труднощі ведення сільськогосподарського виробництва в умовах воєнного стану. Водночас гречка залишалася важливою страховою культурою, особливо для господарств центральних і західних регіонів України.

Попри скорочення площ, рівень урожайності гречки у 2024 році залишався відносно стабільним. За офіційними даними, середня врожайність становила близько 15 ц/га, а валовий збір – приблизно 131,7 тис. т. Зниження валового виробництва було зумовлене насамперед скороченням посівних площ, а не істотним погіршенням продуктивності культури.

У 2025 році тенденція до скорочення площ посівів гречки продовжилася. За прогнозами Мінагрополітики та Держстату, площі посіву мали становити близько 86–89 тис. га. Це майже на 60 тис. га менше порівняно з рекордним 2023 роком. Основною причиною такого зменшення залишалася низька рентабельність вирощування культури та нестабільність цін на ринку.

Разом із тим у 2025 році спостерігалось певне територіальне перерозподілення посівів. Частина площ була перенесена із західних областей у центральні та північні регіони України. Це пояснюється як агрокліматичними

умовами, так і змінами структури посівних площ у господарствах різних регіонів.

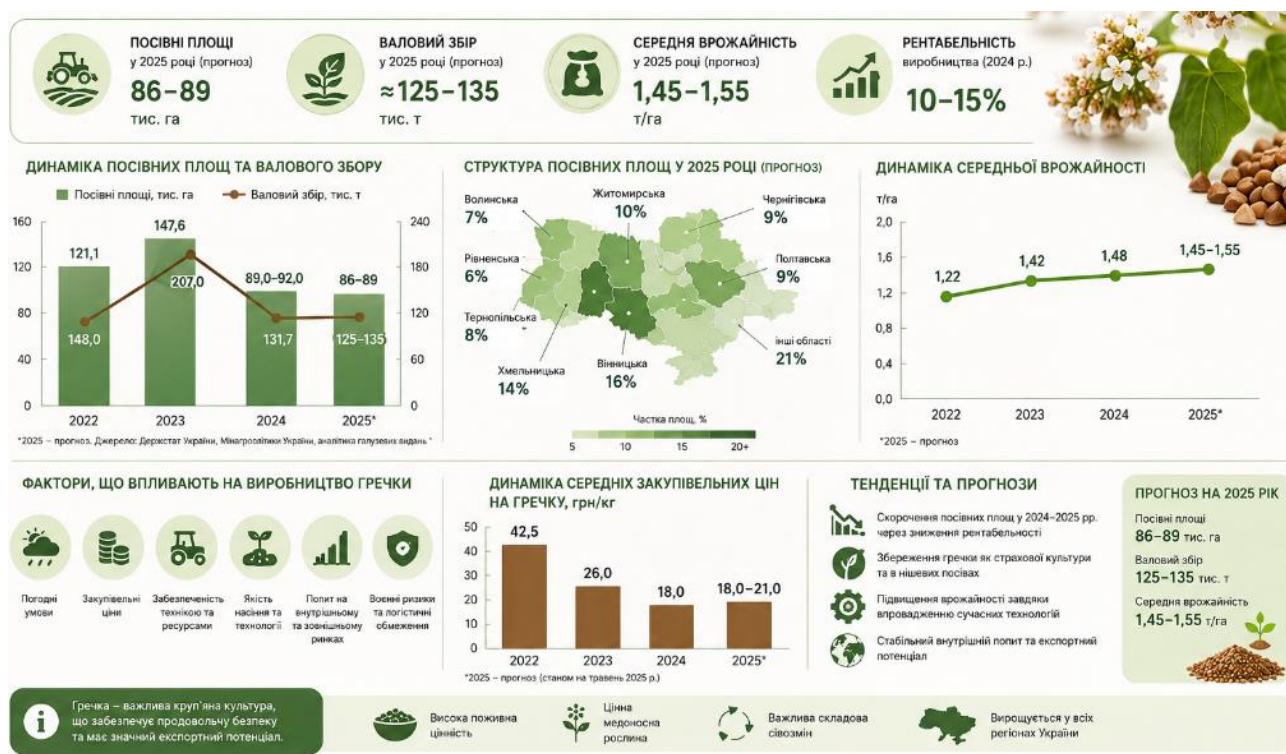


Рисунок 1.2 – Стан виробництва гречки в аграрному секторі України

Аналіз динаміки посівних площ свідчить про значну залежність виробництва гречки від кон'юнктури ринку. У роки високих закупівельних цін аграрії активно збільшують площі посіву, однак уже через один-два сезони перенасичення ринку призводить до різкого падіння рентабельності та скорочення виробництва. Така нестабільність негативно впливає як на виробників, так і на переробну галузь.

Важливим показником ефективності виробництва є врожайність культури. У середньому за останні роки врожайність гречки в Україні коливалася в межах 1,2–1,5 т/га. На її рівень впливають погодні умови, забезпеченість вологою, якість насіння, система удобрення, рівень механізації виробництва та дотримання агротехнічних вимог.

Особливе значення для підвищення врожайності має удосконалення технології сівби. Рівномірне розміщення насіння у ґрунті, дотримання

оптимальної глибини загортання, своєчасне проведення польових робіт та правильний вибір машинно-тракторних агрегатів забезпечують дружні сходи та рівномірний розвиток рослин. Саме тому сучасні технології вирощування гречки повинні базуватись на використанні високопродуктивної техніки та енергоощадних технологічних рішень.

Значний вплив на продуктивність культури мають також кліматичні зміни. У період цвітіння гречка є дуже чутливою до високих температур і нестачі вологи. За несприятливих погодних умов погіршується запилення квіток, зменшується кількість сформованого зерна та знижується врожайність. Тому важливого значення набуває адаптація технологій вирощування до сучасних кліматичних умов.

Отже, аналіз посівних площ та рівня врожайності гречки в Україні у 2022–2025 роках свідчить про значні коливання виробництва культури під впливом економічних і природно-кліматичних факторів. Після різкого збільшення площ посіву у 2023 році спостерігалось їх суттєве скорочення у 2024–2025 роках через зниження рентабельності виробництва. Водночас рівень урожайності культури залишається відносно стабільним і значною мірою залежить від дотримання сучасних технологій вирощування та ефективного використання технічних засобів.

1.3 Особливості впливу технологій сівби на формування врожайності гречки

Серед комплексу агротехнічних заходів, що застосовуються при вирощуванні гречки, особливе значення має технологія сівби. Саме від якості виконання посівних робіт значною мірою залежить польова схожість насіння, густота стояння рослин, рівномірність їх розміщення на площі, інтенсивність росту й розвитку та кінцевий рівень урожайності культури. Гречка є досить вибагливою рослиною до умов вирощування, тому навіть незначні порушення

технології сівби можуть призвести до істотного зниження продуктивності посівів.

Сучасні технології сівби спрямовані на створення оптимальних умов для проростання насіння, формування потужної кореневої системи та забезпечення рівномірного розвитку рослин упродовж усього вегетаційного періоду. До основних елементів технології сівби, які впливають на врожайність гречки, належать строки сівби, способи сівби, норма висіву, глибина загортання насіння, якість підготовки ґрунту, рівномірність розподілу насіння та технічний рівень посівних агрегатів.

Одним із найважливіших факторів є правильний вибір строків сівби. Гречка належить до теплолюбних культур і дуже чутлива до весняних заморозків. Насіння починає проростати за температури ґрунту 7–8 °С, однак оптимальною для отримання дружних сходів є температура 10–12 °С. У разі ранньої сівби сходи можуть пошкоджуватися заморозками, що призводить до зрідження посівів і зниження врожайності. Запізнення із сівбою також негативно впливає на продуктивність культури, оскільки рослини потрапляють у період високих літніх температур та нестачі вологи під час цвітіння й формування зерна.

Оптимальні строки сівби забезпечують дружну появу сходів, рівномірний розвиток рослин та ефективне використання ґрунтової вологи. У більшості регіонів України гречку висівають у другій половині травня, коли ґрунт достатньо прогріється та мине загроза заморозків. У районах із недостатнім зволоженням важливого значення набуває своєчасність проведення сівби для максимального використання запасів весняної вологи.

Важливий вплив на формування врожайності має спосіб сівби. У виробництві найчастіше застосовують звичайний рядковий та широкорядний способи. При звичайному рядковому способі ширина міжрядь становить 15 см, що забезпечує рівномірне розміщення рослин на площі та швидке змикання рядків. Такий спосіб сівби найбільш ефективний за достатнього зволоження та низького рівня забур'яненості посівів.

Широкорядний спосіб сівби передбачає ширину міжрядь 45 см і більше. Його застосовують переважно у посушливих районах або на сильно забур'яненних полях. Перевагою широкорядних посівів є можливість проведення міжрядного обробітку ґрунту, покращення аерації рослин та більш ефективного використання світла. Крім того, широкорядна сівба сприяє кращому розвитку кореневої системи рослин і зменшує конкуренцію між ними за поживні речовини та вологу. Однак при надмірному збільшенні ширини міжрядь може погіршуватись рівномірність використання площі живлення, що негативно впливає на врожайність.

Суттєве значення для формування врожаю має норма висіву насіння. Надмірне загущення посівів призводить до витягування рослин, погіршення освітлення нижніх ярусів, зниження кількості квіток і продуктивності рослин. У загущених посівах посилюється конкуренція за вологу та поживні речовини, що особливо негативно проявляється у посушливих умовах. Водночас недостатня густота стояння рослин не забезпечує повного використання площі живлення, сприяє розвитку бур'янів та знижує загальну продуктивність посіву.

Оптимальна норма висіву залежить від способу сівби, сорту, родючості ґрунту та кліматичних умов регіону. Для звичайного рядкового способу вона зазвичай становить 3,0–4,5 млн схожих насінин на гектар, а для широкорядного – 2,0–2,5 млн насінин. Правильно встановлена норма висіву забезпечує формування оптимальної густоти рослин, рівномірне освітлення посівів і створює сприятливі умови для формування зерна.

Одним із ключових технологічних параметрів є глибина загортання насіння. Для гречки характерне порівняно слабе проростання при надмірному заглибленні насіння, тому дотримання оптимальної глибини сівби має важливе значення. На легких ґрунтах насіння загортають на глибину 5–6 см, а на важких і достатньо зволжених – 3–4 см. Надмірно глибоке загортання затримує появу сходів, послаблює рослини та знижує польову схожість. Надто мілке загортання також є небажаним, оскільки насіння може пересихати або пошкоджуватися внаслідок несприятливих погодних умов.

Якість передпосівного обробітку ґрунту безпосередньо впливає на ефективність сівби та рівень урожайності гречки. Для отримання дружних сходів необхідно створити добре вирівняне та дрібногрудочкувате посівне ложе. Наявність великих грудок, нерівностей або ущільнених шарів ґрунту погіршує контакт насіння з ґрунтом, ускладнює проростання та призводить до нерівномірної появи сходів. Особливо важливим є збереження вологи у верхньому шарі ґрунту, що досягається своєчасним і якісним проведенням передпосівного обробітку.

Важливу роль у формуванні врожайності відіграє рівномірність висіву насіння. Нерівномірне розміщення рослин у рядках спричиняє неоднакові умови живлення, освітлення та водозабезпечення, що негативно позначається на рості та розвитку рослин. Сучасні посівні агрегати дозволяють забезпечити точне дозування насіння, стабільну глибину загортання та високу рівномірність висіву. Використання сучасної техніки дає змогу зменшити перевитрати насіння, підвищити якість виконання технологічної операції та покращити економічну ефективність виробництва.

Особливого значення набуває застосування енергоощадних та ресурсозберігаючих технологій сівби. У сучасних умовах значна увага приділяється мінімальному та нульовому обробітку ґрунту, які дозволяють зменшити витрати пального, скоротити кількість проходів техніки по полю та зберегти ґрунтову вологу. Використання таких технологій сприяє покращенню структури ґрунту, зменшенню ерозійних процесів та підвищенню ефективності використання технічних ресурсів.

Важливим фактором підвищення врожайності є застосування високоякісного насіння та сучасних сортів гречки. Насіння повинно мати високу схожість, бути вирівняним за розмірами та очищеним від домішок. Використання кондиційного насіння забезпечує дружні сходи та рівномірний розвиток рослин. Сучасні сорти гречки характеризуються підвищеною продуктивністю, стійкістю до несприятливих погодних умов та кращою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних зон.

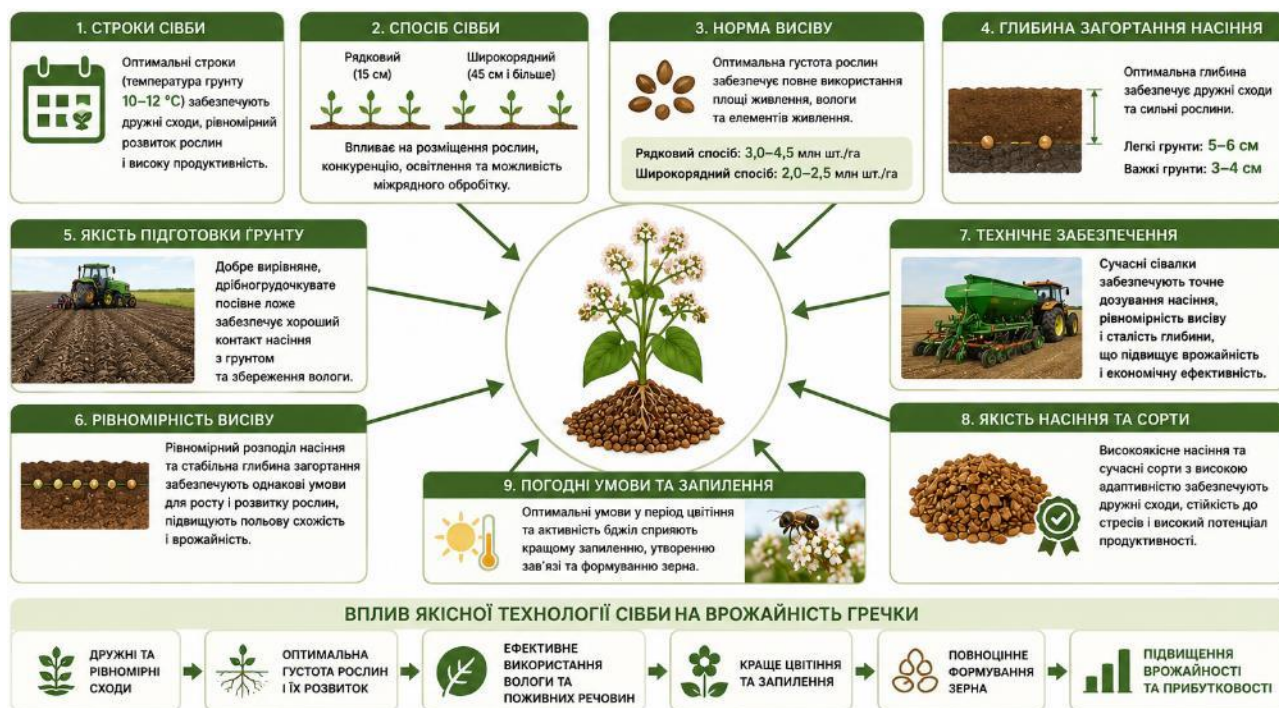


Рисунок 1.3 – Особливості впливу технологій сівби на формування врожайності гречки

На рівень урожайності значно впливають погодні умови у період цвітіння та формування зерна. Гречка є ентомофільною культурою, тому ефективність запилення квіток значною мірою залежить від активності бджіл та інших комах-запилювачів. За високих температур і низької вологості повітря погіршується запилення квіток, зменшується кількість зав'язі та формується щупле зерно. Саме тому важливого значення набуває поєднання раціональної технології сівби з іншими агротехнічними заходами.

Удосконалення технологій сівби гречки є одним із головних напрямів підвищення ефективності її виробництва. Використання сучасних посівних комплексів, точне дотримання агротехнічних вимог, оптимізація норм висіву та строків проведення робіт дозволяють створити сприятливі умови для формування високопродуктивних посівів. Раціональне використання техніки забезпечує не лише підвищення врожайності, а й зменшення витрат матеріально-технічних ресурсів, що має важливе економічне значення для сільськогосподарських підприємств.

Отже, технологія сівби є одним із визначальних факторів формування врожайності гречки. Від правильного вибору способу сівби, строків проведення робіт, норми висіву, глибини загортання насіння та рівня технічного забезпечення залежить ефективність використання природних ресурсів і продуктивність культури. Застосування сучасних технологічних рішень та високопродуктивної техніки створює передумови для стабільного виробництва гречки та підвищення економічної ефективності галузі.

1.4 Особливості агротехнічних умов проведення сівби

Сівба гречки є однією з найважливіших технологічних операцій у системі її вирощування, оскільки саме на цьому етапі закладаються передумови для формування високого та стабільного врожаю. Ефективність проведення сівби значною мірою залежить від агротехнічних умов, які включають стан ґрунту, рівень його зволоження, температурний режим, попередник, ступінь забур'яненості поля, забезпеченість поживними речовинами та якість підготовки посівного ложа. Недотримання оптимальних агротехнічних вимог призводить до нерівномірної появи сходів, погіршення росту й розвитку рослин, зниження польової схожості та врожайності культури.

Гречка належить до культур, які висувають підвищені вимоги до структури ґрунту та умов проростання насіння. Для її вирощування найбільш придатними є легкі та середні за механічним складом ґрунти з достатнім вмістом гумусу та нейтральною або слабнокислою реакцією ґрунтового розчину. Найкращими вважаються чорноземи, сірі лісові та окультурені дерново-підзолисті ґрунти. Важкі глинисті, перезволожені та кислі ґрунти менш придатні для вирощування гречки, оскільки вони погіршують умови аерації кореневої системи та уповільнюють розвиток рослин.

Однією з важливих агротехнічних умов є правильний вибір попередника. Найкращими попередниками для гречки є озимі зернові культури, зернобобові, картопля, кукурудза, цукрові буряки та багаторічні трави. Ці культури

забезпечують добрий фітосанітарний стан поля, сприяють накопиченню вологи у ґрунті та залишають після себе достатню кількість поживних речовин. Не рекомендується висівати гречку після культур, які сильно висушують ґрунт або залишають велику кількість поживних решток, що ускладнюють проведення передпосівного обробітку.

Особливе значення має якість підготовки ґрунту перед сівбою. Основною метою передпосівного обробітку є створення вирівняного, дрібногрудочкуватого посівного ложа із достатнім запасом вологи у верхньому шарі ґрунту. Для цього проводять комплекс агротехнічних заходів, які включають лущення стерні, оранку, культивуацію та боронування. Після основного обробітку поверхня поля повинна бути рівною, без великих грудок і ущільнених ділянок.

Важливим завданням передпосівного обробітку є збереження вологи в орному шарі ґрунту. Гречка особливо чутлива до нестачі вологи на початкових етапах росту та розвитку. За недостатнього зволоження знижується польова схожість насіння, затримується поява сходів і формується нерівномірний стеблостій. Саме тому в умовах недостатнього зволоження велике значення мають мінімізація кількості проходів техніки по полю та своєчасне проведення передпосівних операцій.

Одним із головних факторів успішної сівби є температурний режим ґрунту. Гречка є теплолюбною культурою, тому її висівають лише після достатнього прогрівання ґрунту. Оптимальною температурою ґрунту для проростання насіння є 10–12 °С. За нижчих температур проростання затримується, а сходи можуть пошкоджуватися весняними заморозками. Водночас надто пізня сівба призводить до того, що рослини потрапляють під вплив високих температур і дефіциту вологи у період цвітіння та формування зерна.

Важливою агротехнічною умовою є оптимальний рівень вологості ґрунту під час сівби. Для дружного проростання насіння необхідна достатня кількість вологи у посівному шарі. Особливо негативно на рослини впливає пересихання верхнього шару ґрунту після проведення сівби. У таких умовах сходи з'являються нерівномірно, а частина насіння може взагалі не прорости. Для

збереження ґрунтової вологи часто застосовують коткування посівів, яке покращує контакт насіння з ґрунтом і сприяє підвищенню польової схожості.

Суттєве значення для проведення сівби має ступінь забур'яненості поля. На початкових етапах розвитку гречка росте повільно і погано конкурує з бур'янами. За високої забур'яненості бур'яни пригнічують культурні рослини, погіршують умови освітлення та знижують ефективність використання поживних речовин і вологи. Тому перед сівбою важливо забезпечити якісне очищення поля від бур'янів шляхом проведення механічного або хімічного обробітку.

Однією з важливих агротехнічних умов є забезпеченість ґрунту елементами живлення. Гречка добре реагує на внесення мінеральних добрив, особливо фосфорних і калійних. Фосфор сприяє розвитку кореневої системи та прискорює формування генеративних органів, а калій підвищує стійкість рослин до несприятливих погодних умов. Азотні добрива слід вносити помірно, оскільки їх надлишок може викликати надмірний розвиток вегетативної маси та затримку досягання рослин.

Особливу увагу під час проведення сівби приділяють якості насіння. Для посіву використовують кондиційне насіння високих репродукцій із високою енергією проростання та схожістю. Насіння повинно бути очищеним, вирівняним за розміром і не містити домішок та пошкоджених зерен. Використання якісного посівного матеріалу забезпечує дружні сходи та рівномірний розвиток рослин.

Важливою умовою є правильне встановлення параметрів роботи посівного агрегату. Сівалки повинні забезпечувати рівномірне дозування насіння, стабільну глибину загортання та точне дотримання норми висіву. Відхилення від заданих параметрів призводять до нерівномірності посіву, зрідження або загущення рослин, що негативно впливає на врожайність культури. Перед початком роботи необхідно провести ретельне регулювання висівних апаратів, сошників та прикочувальних котків.

Значний вплив на якість сівби має технічний стан машинно-тракторного агрегату. Своєчасне технічне обслуговування посівної техніки забезпечує стабільну роботу агрегату та високу якість виконання технологічної операції. Зношені висівні апарати, деформовані сошники або несправні механізми призводять до порушення рівномірності висіву та погіршення агротехнічних показників роботи.

У сучасних умовах важливого значення набувають енергоощадні технології сівби. Використання комбінованих агрегатів дозволяє одночасно виконувати кілька технологічних операцій, що сприяє скороченню витрат пального, зменшенню ущільнення ґрунту та підвищенню продуктивності праці. Застосування сучасних широкозахватних сівалок забезпечує високу точність висіву та ефективне використання машинно-тракторного парку.

На формування врожайності гречки також впливають погодні умови після сівби. Для нормального розвитку рослин необхідні достатня кількість тепла, помірна вологість ґрунту та відсутність різких температурних коливань. Особливо небезпечними є весняні заморозки та тривала посуха у період сходів і цвітіння. Тому при плануванні строків сівби необхідно враховувати особливості кліматичних умов конкретного регіону.

Таким чином, агротехнічні умови проведення сівби мають вирішальний вплив на формування врожайності гречки. Від якості підготовки ґрунту, забезпеченості вологою та поживними речовинами, вибору строків сівби, технічного стану посівної техніки та дотримання агротехнічних вимог залежить ефективність вирощування культури. Раціональна організація посівних робіт і використання сучасних технологічних рішень створюють передумови для отримання високих і стабільних урожаїв гречки.

1.5 Сучасні конструкції зернових сівалок

У сучасному сільськогосподарському виробництві зернові сівалки є одними з основних машин для виконання технологічної операції сівби. Від їх

конструкції, технічного рівня та якості роботи значною мірою залежить рівномірність розподілу насіння, дотримання заданої норми висіву, стабільність глибини загортання та формування оптимальної густоти стояння рослин. Використання сучасних сівалок дозволяє забезпечити високі агротехнічні показники роботи, скоротити витрати насіння, пального та трудових ресурсів, а також підвищити врожайність сільськогосподарських культур.

Сучасні зернові сівалки класифікують за способом сівби, типом висівних апаратів, конструкцією сошників, способом агрегування та шириною захвату. Найбільш поширеними є механічні та пневматичні сівалки. Механічні сівалки здійснюють подачу насіння за допомогою катушкових або штифтових висівних апаратів, тоді як у пневматичних сівалках транспортування насіння до сошників відбувається повітряним потоком.

Однією з найпоширеніших в Україні є зернова сівалка СЗ-3,6, яка широко використовується у невеликих та середніх господарствах. Її робоча ширина захвату становить 3,6 м, кількість сошників – 24, ширина міжрядь – 15 см, а продуктивність досягає 3,6–4,2 га/год. Місткість зернового ящика становить близько 453 дм³, а норма висіву може регулюватися у межах від 10 до 350 кг/га. Робоча швидкість агрегату складає 8–12 км/год. Сівалка обладнана катушковими висівними апаратами та дводисковими сошниками, які забезпечують рівномірне загортання насіння на глибину 3–8 см.

Для більших господарств застосовують широкозахватні зернові сівалки, які характеризуються високою продуктивністю та точністю висіву. Однією з таких машин є сівалка Astra 5,4 виробництва компанії ELVORTI. Її ширина захвату становить 5,4 м, кількість сошників – 36, а продуктивність сягає 5–7 га/год. Сівалка може працювати на швидкості до 15 км/год, що дозволяє значно підвищити ефективність посівних робіт. Місткість бункера становить понад 1000 л, а система прикочувальних котків забезпечує якісне ущільнення ґрунту після висіву.

Значного поширення у сучасному землеробстві набули пневматичні зернові сівалки, які забезпечують високу точність висіву та рівномірність

розподілу насіння. Однією з таких машин є Horsch Pronto 6 DC. Робоча ширина захвату цієї сівалки становить 6 м, транспортна ширина – 3 м, а місткість бункера – 4000 л. Продуктивність агрегату може перевищувати 8–10 га/год при робочій швидкості 10–18 км/год. Сівалка обладнана дисковими сошниками TurboDisc, які забезпечують стабільну глибину загортання навіть на високих швидкостях руху. Тиск сошника може досягати 120 кг, що дозволяє працювати за умов мінімального обробітку ґрунту.

Серед сучасних високопродуктивних сівалок значне місце займають посівні комплекси компанії John Deere. Наприклад, зернова сівалка John Deere 1890 має ширину захвату від 6 до 18 м залежно від модифікації. Робоча швидкість становить 10–14 км/год, а продуктивність може перевищувати 15 га/год. Машина оснащується анкерними або дисковими сошниками, системою контролю висіву та електронним моніторингом роботи секцій. Великий об'єм бункера – до 5500 л – забезпечує тривалу роботу без додаткового завантаження насіння.

Для технологій мінімального та нульового обробітку ґрунту широко використовуються посівні комплекси Great Plains та Vaderstad. Сівалка Vaderstad Rapid 600C має ширину захвату 6 м і здатна одночасно виконувати передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив та висів насіння. Робоча швидкість досягає 14–16 км/год, а продуктивність – понад 7–8 га/год. Сівалка оснащена пневматичною системою висіву та дисковими сошниками, які забезпечують точне розміщення насіння навіть у складних польових умовах.

Особливу увагу у сучасних конструкціях сівалок приділяють висівним апаратам. Найбільш поширеними є катушкові, дискові та пневматичні висівні системи. Катушкові висівні апарати використовуються переважно у механічних сівалках і характеризуються простотою конструкції та надійністю роботи. Пневматичні системи забезпечують більш високу точність дозування насіння та дозволяють працювати на підвищених швидкостях.

Важливим елементом конструкції зернових сівалок є сошники, які формують посівну борозну та забезпечують загортання насіння на задану

глибину. У сучасних сівалках використовують анкерні, дводискові та однодискові сошники. Анкерні сошники забезпечують добру роботу на легких і добре підготовлених ґрунтах, однак можуть забиватися рослинними рештками. Дводискові сошники є більш універсальними та забезпечують стабільну роботу за різних умов. Однодискові сошники широко застосовуються у сівалках для технологій No-Till та Mini-Till.

Для забезпечення рівномірної глибини загортання насіння сучасні сівалки оснащуються системами копіювання рельєфу поля та прикочувальними котками. Прикочувальні колеса створюють необхідне ущільнення ґрунту навколо насіння, покращують контакт насіння з ґрунтом і сприяють дружній появі сходів. У сучасних конструкціях тиск сошників регулюється гідравлічними або пневматичними системами, що дозволяє адаптувати роботу машини до різних типів ґрунтів.

Велике значення у сучасних зернових сівалках мають електронні системи контролю та автоматизації. Багато моделей оснащуються бортовими комп'ютерами, GPS-навігацією, системами автоматичного контролю норми висіву та датчиками висіву насіння. Це дозволяє оператору контролювати якість виконання технологічної операції у режимі реального часу, зменшувати перекриття та пропуски, а також підвищувати точність висіву.

Сучасні сівалки характеризуються високою продуктивністю та енергоефективністю. Використання широкозахватних машин дозволяє скоротити кількість проходів агрегатів по полю, зменшити ущільнення ґрунту та знизити витрати пального. Наприклад, сучасні посівні комплекси шириною 12–18 м можуть забезпечувати продуктивність понад 15–20 га/год при витраті пального 6–9 л/га.

Важливою тенденцією розвитку сучасних зернових сівалок є універсальність їх використання. Багато машин можуть одночасно висівати зернові культури, вносити мінеральні добрива та виконувати передпосівний обробіток ґрунту. Це дозволяє скоротити кількість технологічних операцій і підвищити ефективність використання техніки.

СЗ-3,6 (Україна)	
	
ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	
Тип сівалки	механічна
Робоча ширина захвату	3,6 м
Кількість сошників	24 шт.
Ширина міжрядь	15 см
Місткість бункера	453 дм³
Норма висіву	10–350 кг/га
Глибина загортання насіння	3–8 см
Робоча швидкість	8–12 км/год
Продуктивність	3,6–4,2 га/год
Маса	750 кг
Агрегується з трактором	від 1,4 т.с.

Astra 5,4 (ELVORTI, Україна)	
	
ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	
Тип сівалки	механічна
Робоча ширина захвату	5,4 м
Кількість сошників	36 шт.
Ширина міжрядь	15 см
Місткість бункера	1000 л
Норма висіву	10–400 кг/га
Глибина загортання насіння	3–7 см
Робоча швидкість	8–15 км/год
Продуктивність	5–7 га/год
Маса	1450 кг
Агрегується з трактором	від 80 к.с.

Horsch Pronto 6 DC (HORSCH, Німеччина)	
	
ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	
Тип сівалки	пневматична
Робоча ширина захвату	6,0 м
Транспортна ширина	3,0 м
Кількість сошників	40 шт.
Місткість бункера	4000 л
Норма висіву	1–450 кг/га
Глибина загортання насіння	2–8 см
Робоча швидкість	10–18 км/год
Продуктивність	8–10 га/год
Тиск на сошник	до 120 кг
Агрегується з трактором	від 150 к.с.

John Deere 1890 (John Deere, США)	
	
ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	
Тип сівалки	пневматична
Робоча ширина захвату	6–18 м
Транспортна ширина	3,5–3,8 м
Кількість сошників	від 36 до 96 шт.
Місткість бункера	до 5500 л
Норма висіву	1–400 кг/га
Глибина загортання насіння	2–7 см
Робоча швидкість	10–14 км/год
Продуктивність	15–20 га/год
Тиск на сошник	до 130 кг
Агрегується з трактором	від 180 к.с.

Väderstad Rapid 600C (Väderstad, Швеція)	
	
ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	
Тип сівалки	пневматична
Робоча ширина захвату	6,0 м
Транспортна ширина	3,0 м
Кількість сошників	48 шт.
Місткість бункера	4000 л
Норма висіву	1–500 кг/га
Глибина загортання насіння	2–6 см
Робоча швидкість	10–16 км/год
Продуктивність	7–8 га/год
Тиск на сошник	до 150 кг
Агрегується з трактором	від 150 к.с.

Рисунок 1.5 – Сучасні конструкції сівалок та їх особливості

Таким чином, сучасні конструкції зернових сівалок характеризуються високим рівнем технічного оснащення, автоматизації та продуктивності. Використання пневматичних систем висіву, сучасних сошників, електронних систем контролю та широкозахватних агрегатів забезпечує високу якість сівби, рівномірне розміщення насіння та формування оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Удосконалення конструкцій сівалок є важливим напрямом підвищення ефективності вирощування сільськогосподарських культур та забезпечення стабільної врожайності.

1.4 Висновки з розділу

У результаті проведеного аналізу встановлено, що гречка є важливою продовольчою, кормовою та медоносною культурою, яка має значне господарське значення для аграрного сектору України. Дослідження сучасного стану виробництва гречки показало, що протягом 2022–2025 років спостерігалися суттєві коливання посівних площ і валового збору культури, що було зумовлено впливом економічних, кліматичних та воєнних факторів. Визначено, що рівень урожайності гречки значною мірою залежить від дотримання сучасних технологій вирощування та ефективного використання технічних засобів. Встановлено, що технологія сівби є одним із головних факторів формування врожайності гречки. Від правильного вибору строків сівби, способу висіву, норми висіву, глибини загортання насіння та якості підготовки ґрунту залежить польова схожість, густина стояння рослин і рівномірність їх розвитку. Особливе значення має забезпечення оптимальних агротехнічних умов проведення сівби, збереження ґрунтової вологи та використання високоякісного насіння. Проведений аналіз сучасних конструкцій зернових сівалок показав, що використання високопродуктивних механічних і пневматичних посівних агрегатів забезпечує підвищення точності висіву, рівномірності розподілу насіння та стабільності глибини його загортання. Застосування сучасної техніки дозволяє зменшити витрати насіння, пального та трудових ресурсів, а також підвищити ефективність вирощування гречки.

2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧКИ

2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні гречки

Ефективність вирощування гречки значною мірою залежить від правильного вибору та обґрунтування комплексу технологічних операцій, які повинні забезпечувати оптимальні умови для росту й розвитку рослин, збереження ґрунтової вологи, ефективне використання поживних речовин та мінімізацію втрат урожаю. У сучасних умовах особливого значення набуває застосування високопродуктивної техніки, енергоощадних технологій і сучасних агротехнічних рішень, які дозволяють підвищити врожайність культури та економічну ефективність виробництва.

Гречку доцільно розмішувати на родючих, чистих від бур'янів полях із достатнім запасом продуктивної вологи. Найкращими попередниками є просапні культури – картопля, кукурудза, цукрові буряки, під які вносили органічні та мінеральні добрива і проводили якісний догляд за посівами. Добрими попередниками також є зернобобові культури та озима пшениця. Менш придатними вважаються ярі зернові культури, соняшник і сорго, які значно виснажують ґрунт та погіршують його водний режим.

Система основного обробітку ґрунту повинна бути спрямована на знищення бур'янів, накопичення та збереження вологи, створення оптимальної структури орного шару. Після стерньових попередників проводять лущення стерні на глибину 6–8 см сучасними дисковими боронами типу Lemken Rubin 10, Horsch Joker або агрегатами BEDNAR Swifterdisc. Після появи сходів бур'янів здійснюють глибоку оранку на 20–22 см оборотними плугами Lemken Diamant, Kverneland або Pöttinger Servo. У господарствах, які використовують енергоощадні технології, замість традиційної оранки застосовують глибоке рихлення чизельними культиваторами на глибину 25–30 см.

Після просапних культур і на чистих від бур'янів полях доцільним є використання мінімального обробітку ґрунту із застосуванням важких дискових борін або комбінованих агрегатів. Такий підхід дозволяє зменшити витрати пального, скоротити кількість проходів техніки по полю та знизити ущільнення ґрунту.

Передпосівний обробіток ґрунту починають із закриття вологи ранньовесняним боронуванням важкими або середніми зубовими боронами. Для цього використовують сучасні широкозахватні борони типу John Deere 400, Degelman або Lemken Heliodor. У разі масового проростання бур'янів проводять культивуацію на глибину 8–10 см культиваторами Horsch Cruiser, КПС-4 або Компактомат Kverneland із одночасним прикочуванням ґрунту кільчато-шпоровими котками.

Передпосівний обробіток виконують безпосередньо у день сівби на глибину загортання насіння. Для цього використовують комбіновані агрегати типу Lemken Korund, Bednar Swifter або компактори Vaderstad NZ Aggressive, які забезпечують вирівнювання поверхні поля, подрібнення грудок та формування дрібногрудочкуватого посівного ложа.

Важливим елементом технології вирощування гречки є система удобрення. Для формування високого врожаю рослини потребують достатньої кількості елементів живлення, особливо фосфору та калію. Під основний обробіток рекомендується вносити мінеральні добрива у нормі N30–45P45–60K30–45. У сучасних господарствах для внесення добрив використовують високопродуктивні розкидачі Amazone ZA-TS, Rauch Axis або Bogballe. Під час сівби доцільним є локальне внесення стартових добрив у нормі N10P10K10 за допомогою сівалок із системою одночасного внесення добрив.

На широкорядних посівах під час міжрядного обробітку проводять підживлення посівів мінеральними добривами у нормі N15–20P15–20K15–20. Для цього застосовують сучасні міжрядні культиватори BEDNAR Row-Master, Einböck Chopstar або УСМК-5,4, обладнані туковисівними апаратами.

Для сівби використовують високоякісне насіння районованих сортів та гібридів гречки, які характеризуються високою врожайністю, стійкістю до вилягання та осипання. До перспективних сортів належать Українка, Майська, Астра, Любава, Крупинка та інші. Посівний матеріал повинен мати схожість не менше 92 % та чистоту не нижче 98 %. Перед сівбою насіння калібрують, протруюють сучасними фунгіцидними препаратами та обробляють мікродобривами і стимуляторами росту.

Сівбу гречки проводять при прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння до температури 10–12 °С та за відсутності загрози весняних заморозків. У більшості регіонів України оптимальні строки сівби припадають на першу-другу декаду травня.

У сучасному виробництві застосовують як звичайний рядковий, так і широкорядний способи сівби. На чистих від бур'янів полях із достатнім рівнем родючості доцільно використовувати звичайний рядковий спосіб із шириною міжрядь 15 см. Для цього застосовують сучасні зернові сівалки Astra 5,4, Horsch Pronto 6 DC, Vaderstad Rapid або John Deere 750A. На забур'янених полях та у посушливих умовах ефективнішим є широкорядний спосіб сівби з міжряддям 45 см, який дозволяє проводити міжрядний обробіток ґрунту та механічне знищення бур'янів.

Норма висіву залежить від способу сівби та умов вирощування. При звичайному рядковому способі висівають 3,0–3,5 млн схожих насінин на гектар, що становить приблизно 80–90 кг/га. При широкорядному способі норма висіву зменшується до 2,0–2,5 млн насінин на гектар. Глибина загортання насіння залежить від типу ґрунту та його вологості. На важких ґрунтах насіння загортають на 3–4 см, на чорноземах – 4–5 см, а в умовах недостатнього зволоження – до 6–8 см.

Після сівби за недостатнього зволоження ґрунту проводять прикочування кільчасто-шпоровими котками, що покращує контакт насіння з ґрунтом та сприяє дружній появі сходів. Для боротьби з ґрунтовою кіркою та ранніми

бур'янами до появи сходів виконують боронування легкими боронами впоперек напрямку сівби.

На широкорядних посівах проводять 2–3 міжрядні обробітки. Перший здійснюють після появи рядків на глибину 4–5 см, другий – через 7–10 днів на глибину 8–10 см із підгортанням рослин, третій – перед змиканням рядків із одночасним внесенням добрив. Для цих операцій використовують сучасні міжрядні культиватори з системами автоматичного ведення рядка.

У сучасних технологіях значна увага приділяється захисту рослин від бур'янів. За сильного забур'янення застосовують гербіциди вибіркової дії, які вносять самохідними або причіпними обприскувачами John Deere, Horsch Leeb, Berthoud чи Amazone UX. Для підвищення ефективності обробки використовують GPS-навігацію та системи автоматичного контролю норми внесення робочого розчину.

Важливим резервом підвищення врожайності гречки є використання бджолозапилення. Для забезпечення ефективного запилення на поля вивозять пасіки із розрахунку 2–3 бджолосім'ї на 1 га посіву. Завдяки активному запиленню приріст урожайності може становити 3–5 ц/га.

Збирання гречки є складною технологічною операцією через нерівномірність досягання рослин. Найбільш ефективним є роздільний спосіб збирання. До скошування приступають при побурінні 75–80 % плодів. Для скошування використовують сучасні жатки John Deere, Claas або New Holland із шириною захвату 6–9 м. Через 4–6 днів після підсихання валків проводять підбирання та обмолот зернозбиральними комбайнами Claas Lexion, John Deere S-series або New Holland CR.

Після обмолоту зерно очищають на сучасних зерноочисних машинах та за потреби досушують до вологості 14–15 %, що забезпечує його якісне зберігання. Для сушіння використовують шахтні або модульні зерносушарки Sukup, Fratelli Pedrotti, Bonfanti та інші.

Таким чином, комплекс технологічних операцій при вирощуванні гречки повинен базуватись на використанні сучасних агротехнічних рішень,

високопродуктивної техніки та енергоощадних технологій. Раціональне поєднання системи обробітку ґрунту, удобрення, сівби, догляду за посівами та збирання врожаю забезпечує формування високої продуктивності культури та підвищення економічної ефективності виробництва.

2.2 Складання технологічної карти виробництва гречки

Для ефективної організації виробництва гречки, раціонального використання машинно-тракторного парку, визначення потреби в паливно-мастильних матеріалах, трудових і матеріально-технічних ресурсах розробляється технологічна карта вирощування культури.

Технологічна карта є основним організаційно-технологічним документом, у якому у логічній послідовності відображаються всі операції з вирощування та збирання гречки, агротехнічні вимоги до їх виконання, склад машинно-тракторних агрегатів, показники продуктивності техніки, витрати палива, трудові затрати та потреба у технічних засобах. На відміну від традиційних підходів, сучасні технологічні карти формуються з урахуванням використання високопродуктивної техніки, елементів точного землеробства, GPS-навігації та енергоощадних технологій.

Технологічна карта складається на основі виробничих умов господарства та включає такі вихідні дані: площу посіву, планову врожайність культури, норму висіву насіння, систему удобрення, середню відстань перевезень, агротехнічні строки проведення робіт, склад наявної техніки та її технічний стан. Для вирощування гречки в умовах проєкту прийнято площу посіву 41 га, планову врожайність 20 ц/га, норму висіву насіння 65 кг/га та норму внесення мінеральних добрив 150 кг/га.

Плановий валовий збір зерна визначається за формулою:

$$B = S \cdot Y$$

де B – валовий збір зерна, т; S – площа посіву, га; Y – урожайність, т/га.

Урожайність 20 ц/га переводимо у тонни: 20 ц/га = 2,0 т/га.

Тоді: $B = 41 \cdot 2,0 = 82$ т.

Потреба в насінні визначається:

$$H = S \cdot n$$

де H – потреба в насінні, кг; n – норма висіву, кг/га.

$$H = 41 \cdot 65 = 2665 \text{ кг}$$

Отже, для посіву необхідно 2,67 т насіння гречки.

Потреба в мінеральних добривах:

$$D = S \cdot d$$

де D – загальна кількість добрив, кг; d – норма внесення добрив, кг/га.

$$D = 41 \cdot 150 = 6150 \text{ кг}$$

Таким чином, загальна потреба в мінеральних добривах становить 6,15 т.

При розробленні технологічної карти враховується комплекс основних технологічних операцій, які забезпечують створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин гречки. До них належать основний і передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив, підготовка насіння, сівба, догляд за посівами, збирання врожаю та післязбиральна доробка зерна.

Першою технологічною операцією є дискування ґрунту після попередника. У сучасних умовах для цього доцільно використовувати важкі дискові борони типу Horsch Joker 5 RT, Lemken Rubin 10 або BEDNAR Swifterdisc. Дані агрегати забезпечують якісне подрібнення рослинних решток та розпушування верхнього шару ґрунту на глибину 6–10 см. Як енергетичний засіб можуть використовуватись трактори потужністю 180–250 к.с., наприклад John Deere 7830, Case IH Puma або New Holland T7.

Продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W = B \cdot V \cdot K/10$$

де W – продуктивність агрегату, га/год; B – робоча ширина захвату, м; V – робоча швидкість, км/год; K – коефіцієнт використання часу зміни.

Для дискової борони шириною 5 м при швидкості 10 км/год і коефіцієнті використання часу 0,8:

$$W = 5 \cdot 10 \cdot 0,8 / 10 = 4,0 \text{ га/год}$$

Тривалість виконання роботи:

$$T = S/W$$

$$T = 41/4,0 = 10,25 \text{ год}$$

Для внесення мінеральних добрив у сучасних технологіях застосовують високопродуктивні розкидачі Amazone ZA-TS, Rauch Axis або Bogballe M-line з електронною системою контролю норми внесення. Використання GPS-навігації дозволяє уникати перекриттів і забезпечує рівномірне розподілення добрив по поверхні поля.

Норма витрати пального при внесенні добрив становить у середньому 2,5 кг/га. Загальна витрата пального:

$$Q = q \cdot S$$

де Q – загальна витрата пального, кг; q – норма витрати пального, кг/га.

$$Q = 2,5 \cdot 41 = 102,5 \text{ кг}$$

Основний обробіток ґрунту рекомендується виконувати оборотними плугами Lemken Diamant 11, Kverneland або Pöttinger Servo на глибину 20–22 см. Для мінімального обробітку використовують чизельні культиватори Horsch Tiger або Case IH Ecolo-Tiger, які забезпечують глибоке розпушування без обороту пласта.

Для оранки витрата пального становить у середньому 14 кг/га:

$$Q = 14 \cdot 41 = 574 \text{ кг}$$

Передпосівний обробіток ґрунту виконується комбінованими агрегатами Vaderstad NZ Aggressive, Lemken Korund або Bednar Swifter, які за один прохід забезпечують вирівнювання поверхні поля, культивацію, подрібнення грудок та ущільнення посівного шару. Це дозволяє зменшити кількість проходів техніки та скоротити витрати пального.

Підготовка насіння до сівби включає очищення, калібрування, протруювання та обробку мікродобривами. Для цього використовують сучасні протруювачі типу PETKUS, Cimbria або ПС-10А. Якісна підготовка насіння сприяє підвищенню польової схожості та стійкості рослин до хвороб.

Сівба є однією з найвідповідальніших операцій технологічного процесу. У сучасних умовах для посіву гречки доцільно використовувати зернові пневматичні сівалки Horsch Pronto 6 DC, Vaderstad Rapid 600C, John Deere 750A або Astra 5,4 виробництва ELVORTI. Дані машини забезпечують точне дозування насіння, стабільну глибину загортання та рівномірний розподіл насіння по площі поля.

Для умов проєкту доцільно використовувати агрегат у складі трактора МТЗ-82 або John Deere 6135B та зернової сівалки СЗ-5,4 або Astra 5,4. Робоча ширина захвату агрегату становить 5,4 м, робоча швидкість – 8–12 км/год, а продуктивність – близько 3,5–5,0 га/год. Глибина загортання насіння приймається 4–5 см, а норма висіву – 65 кг/га.

Розрахунок продуктивності посівного агрегату:

$$W = 5,4 \cdot 9 \cdot 0,75/10 = 3,65 \text{ га/год}$$

Тривалість сівби:

$$T = 41/3,65 = 11,2 \text{ год}$$

При роботі у дві зміни тривалість виконання операції становитиме приблизно 1 день.

Витрата пального на сівбі становить 4 кг/га:

$$Q = 4 \cdot 41 = 164 \text{ кг}$$

Після сівби проводять прикочування ґрунту кільчасто-шпоровими котками типу Cambridge або ЗККШ-6 для покращення контакту насіння з ґрунтом та збереження вологи. Для боротьби з бур'янами та руйнування ґрунтової кірки застосовують боронування легкими зубовими боронами.

На широкорядних посівах виконують міжрядний обробіток культиваторами BEDNAR Row-Master, Einböck Chopstar або УСМК-5,4. Використання сучасних міжрядних культиваторів із системами автоматичного ведення дозволяє підвищити точність обробітку та зменшити пошкодження рослин.

Для захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб використовують сучасні самохідні або причіпні обприскувачі John Deere, Amazone UX, Berthoud

або Horsch Leeb. Норма внесення робочого розчину контролюється автоматичними системами управління, що дозволяє зменшити перевитрати препаратів.

Продуктивність обприскувача при ширині захвату 24 м і швидкості 12 км/год:

$$W = 24 \cdot 12 \cdot 0,75/10 = 21,6 \text{ га/год}$$

Час виконання обприскування:

$$T = 41/21,6 = 1,9 \text{ год}$$

Збирання гречки здійснюється роздільним способом через нерівномірність досягання рослин. Для скошування використовують валкові жатки Claas, John Deere або ЖВН-6А. Після підсихання валків проводять підбирання та обмолот зернозбиральними комбайнами Claas Lexion, John Deere S-Series або New Holland CR.

Продуктивність зернозбирального комбайна визначається:

$$W = B \cdot V \cdot K/10$$

Для жатки шириною 6 м при швидкості 6 км/год:

$$W = 6 \cdot 6 \cdot 0,75/10 = 2,7 \text{ га/год}$$

Тривалість збирання:

$$T = 41/2,7 = 15,2 \text{ год}$$

Витрата пального комбайном становить 12 кг/га:

$$Q = 12 \cdot 41 = 492 \text{ кг}$$

Післязбиральна доробка зерна включає очищення, сортування та сушіння. Для цього використовують зерноочисні машини PETKUS, OVS або Cimbria, а також сучасні зерносушарки Sukup, Fratelli Pedrotti чи Bonfanti. Зерно доводять до вологості 14–15 %, що забезпечує його якісне зберігання.

На основі технологічної карти будуються графіки машиновикористання, які дозволяють визначити потребу в тракторах і сільськогосподарських машинах у різні періоди виконання робіт. Це дає можливість оптимізувати завантаження техніки, зменшити простої та підвищити ефективність використання машинно-тракторного парку.

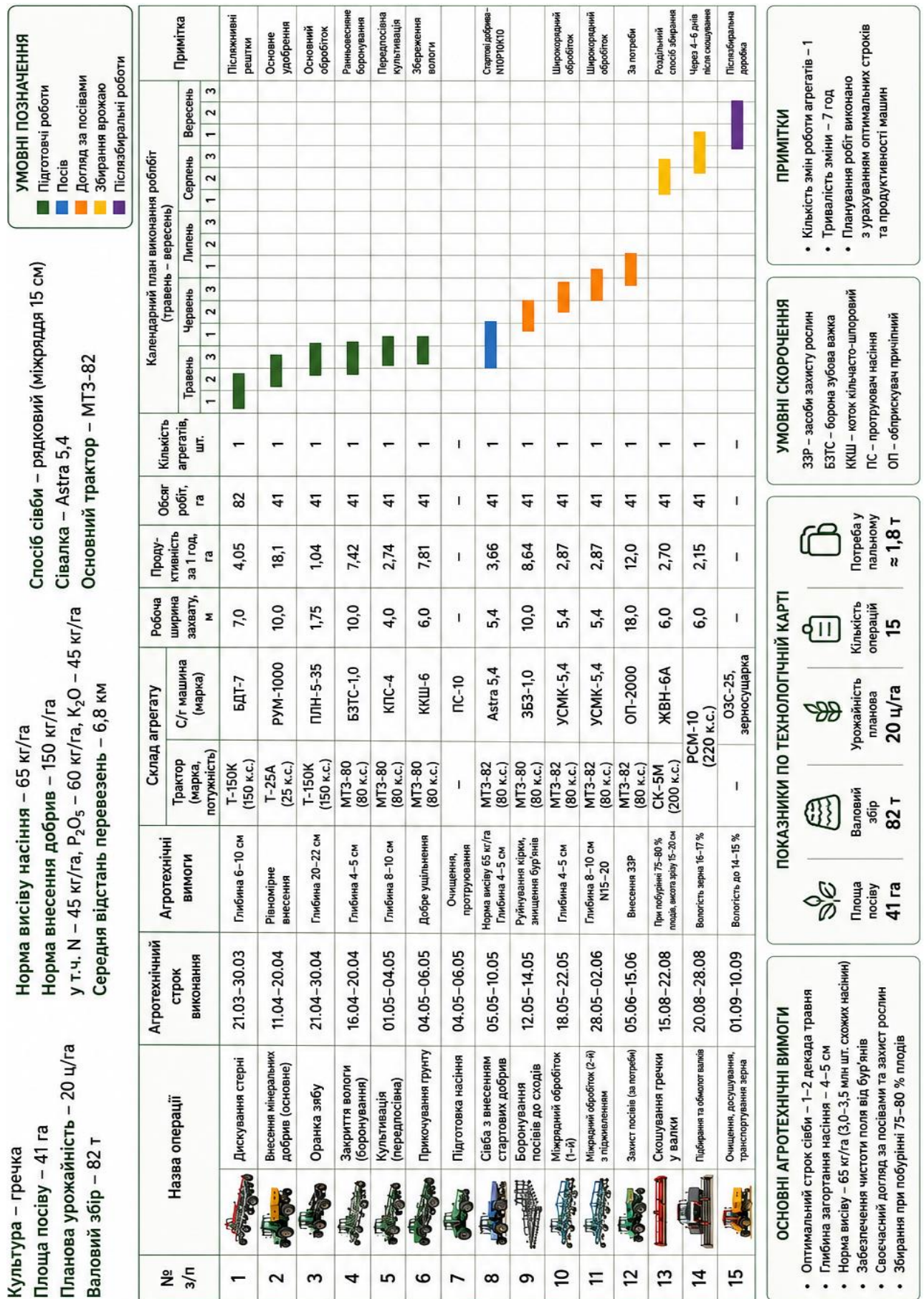


Рисунок 2.1 – План механізованих робіт вирощування гречки

Крім того, на основі технологічної карти визначають потребу в паливно-мастильних матеріалах. Загальна витрата дизельного пального на основні технологічні операції становить:

$$Q_{\text{заг}} = 102,5 + 574 + 164 + 492 = 1332,5 \text{ кг}$$

Отже, загальна потреба в дизельному пальному для вирощування гречки на площі 41 га становить приблизно 1,33 т.

Таким чином, розроблення сучасної технологічної карти вирощування гречки дозволяє обґрунтувати комплекс технологічних операцій, раціонально підібрати склад машинно-тракторних агрегатів, визначити потребу в ресурсах та забезпечити ефективне використання техніки. Використання сучасних високопродуктивних машин, елементів точного землеробства та енергоощадних технологій створює передумови для підвищення врожайності гречки та економічної ефективності її виробництва.

2.3 Висновки з розділу

У результаті розробки плану механізованих робіт виробництва гречки обґрунтовано комплекс технологічних операцій, необхідних для забезпечення ефективного вирощування культури в сучасних умовах господарювання. Встановлено, що раціональне поєднання агротехнічних заходів, сучасної високопродуктивної техніки та оптимальних строків виконання робіт створює передумови для формування стабільного врожаю гречки та підвищення економічної ефективності виробництва.

Розроблена технологічна карта дозволила визначити послідовність виконання основних механізованих операцій: обробіток ґрунту, внесення добрив, передпосівний обробіток, підготовку насіння, сівбу, догляд за посівами, збирання врожаю та післязбиральну доробку зерна. Встановлено, що використання сучасних машинно-тракторних агрегатів забезпечує підвищення продуктивності праці, скорочення строків виконання польових робіт та зменшення витрат паливно-мастильних матеріалів.

У ході розрахунків визначено потребу в основних матеріально-технічних ресурсах для вирощування гречки на площі 41 га. Загальна потреба в насінні становить 2,67 т, у мінеральних добривах – 6,15 т, а сумарна витрата дизельного пального на виконання основних технологічних операцій – близько 1,33 т. Встановлено, що застосування сучасних широкозахватних агрегатів та енергоощадних технологій дозволяє підвищити ефективність використання техніки й зменшити виробничі витрати.

Проведені розрахунки продуктивності машинно-тракторних агрегатів показали, що використання сучасних зернових сівалок, комбінованих ґрунтообробних агрегатів та високопродуктивних комбайнів забезпечує своєчасне виконання польових робіт у встановлені агротехнічні строки. Особливе значення має впровадження елементів точного землеробства, GPS-навігації та автоматизованих систем контролю роботи техніки, які сприяють підвищенню якості виконання технологічних операцій.

На основі технологічної карти побудовано план механізованих робіт, який дозволяє оптимізувати завантаження машинно-тракторного парку, визначити потребу в техніці та забезпечити ефективну організацію виробничого процесу. Встановлено, що найбільше навантаження на технічні засоби припадає на періоди передпосівного обробітку ґрунту, сівби та збирання врожаю.

Отже, розроблений план механізованих робіт виробництва гречки забезпечує комплексний підхід до організації технологічного процесу, сприяє підвищенню врожайності культури, ефективному використанню техніки та зниженню собівартості виробництва зерна гречки.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ

3.1 Конструктивно-технологічна характеристика зернової сівалки

У сучасному сільськогосподарському виробництві важливе значення має підвищення ефективності використання посівної техніки, оскільки якість виконання сівби безпосередньо впливає на польову схожість насіння, рівномірність розміщення рослин та формування врожайності сільськогосподарських культур. В Україні значна частина зернових культур висівається сівалками сімейства СЗ-3,6, які протягом багатьох років залишаються найбільш поширеними машинами для рядкового посіву.

За статистичними даними, близько 90 % зернових сівалок, що експлуатуються у господарствах України, становлять сівалки типу СЗ-3,6 та їх модифікації. Основною причиною їх широкого використання є простота конструкції, надійність у роботі, універсальність застосування та відносно невисока вартість експлуатації. Проте значна частина таких машин уже відпрацювала два або навіть три нормативних амортизаційних терміни, унаслідок чого їх технічний стан значно погіршився.

У процесі тривалої експлуатації у сівалках зношуються сошники, диски, висівні апарати, привідні механізми та елементи підвіски робочих органів. Погіршується точність висіву насіння, збільшується нерівномірність глибини загортання, зростають втрати насіння та погіршуються агротехнічні показники роботи агрегату. Крім того, моральне старіння конструкції традиційних зернових сівалок не дозволяє повною мірою забезпечити вимоги сучасних технологій вирощування культур.

У зв'язку з цим важливим напрямом підвищення ефективності посівної техніки є модернізація існуючих зернових сівалок із мінімальними матеріальними витратами. Основною метою модернізації є відновлення працездатності машин, покращення якості сівби, підвищення продуктивності агрегатів та зниження енерговитрат при виконанні технологічної операції.

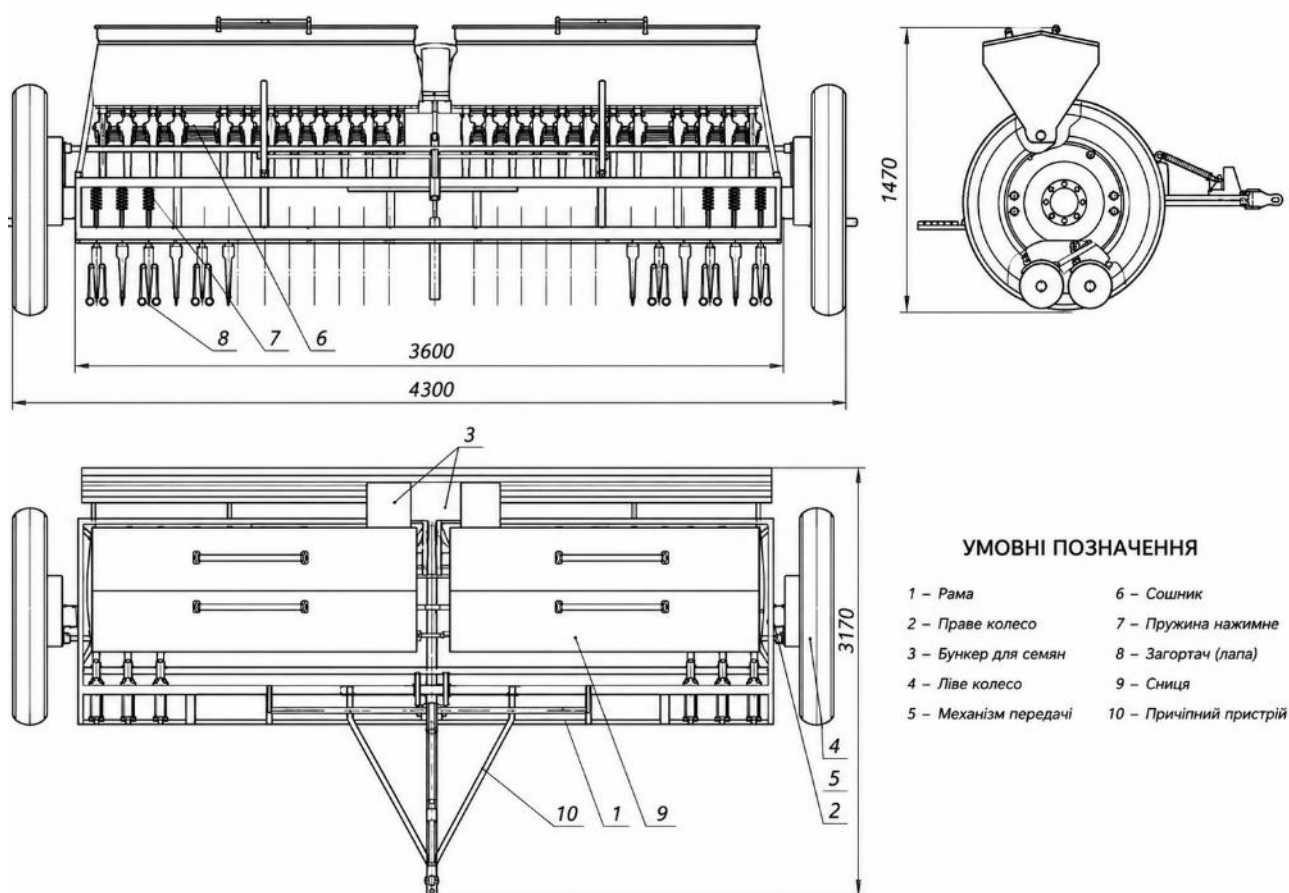


Рисунок 3.1 – Схема зернової сівалки

Одним із головних напрямів удосконалення конструкції сівалки є заміна традиційних дводискових сошників рядкового посіву на сучасні дисково-анкерні сошники смугового висіву. Використання таких робочих органів забезпечує більш якісне формування посівної борозни, стабільніше витримування глибини загортання насіння та покращення умов для проростання рослин.

На відміну від стандартних дводискових сошників, дисково-анкерні конструкції краще працюють на ущільнених та недостатньо підготовлених ґрунтах. Вони ефективніше розрізають рослинні рештки, зменшують забивання сошників і забезпечують формування розпушеної смуги для розміщення насіння. Це особливо важливо при використанні мінімального або поверхневого обробітку ґрунту.

Смуговий спосіб висіву має низку переваг порівняно зі звичайним рядковим посівом. Завдяки більш рівномірному розміщенню насіння у смугі покращуються умови живлення рослин, підвищується ефективність

використання вологи та поживних речовин. Крім того, смуговий висів сприяє формуванню більш рівномірного стеблостою та зменшенню конкуренції між рослинами.

Важливим елементом модернізації є також заміна стандартних штанг і пружин підвіски сошників на посилені конструкції з регульованою довжиною натискних штанг. Посилені пружини дозволяють забезпечити стабільний тиск сошника на ґрунт навіть за роботи на підвищених швидкостях та на полях із нерівним рельєфом.

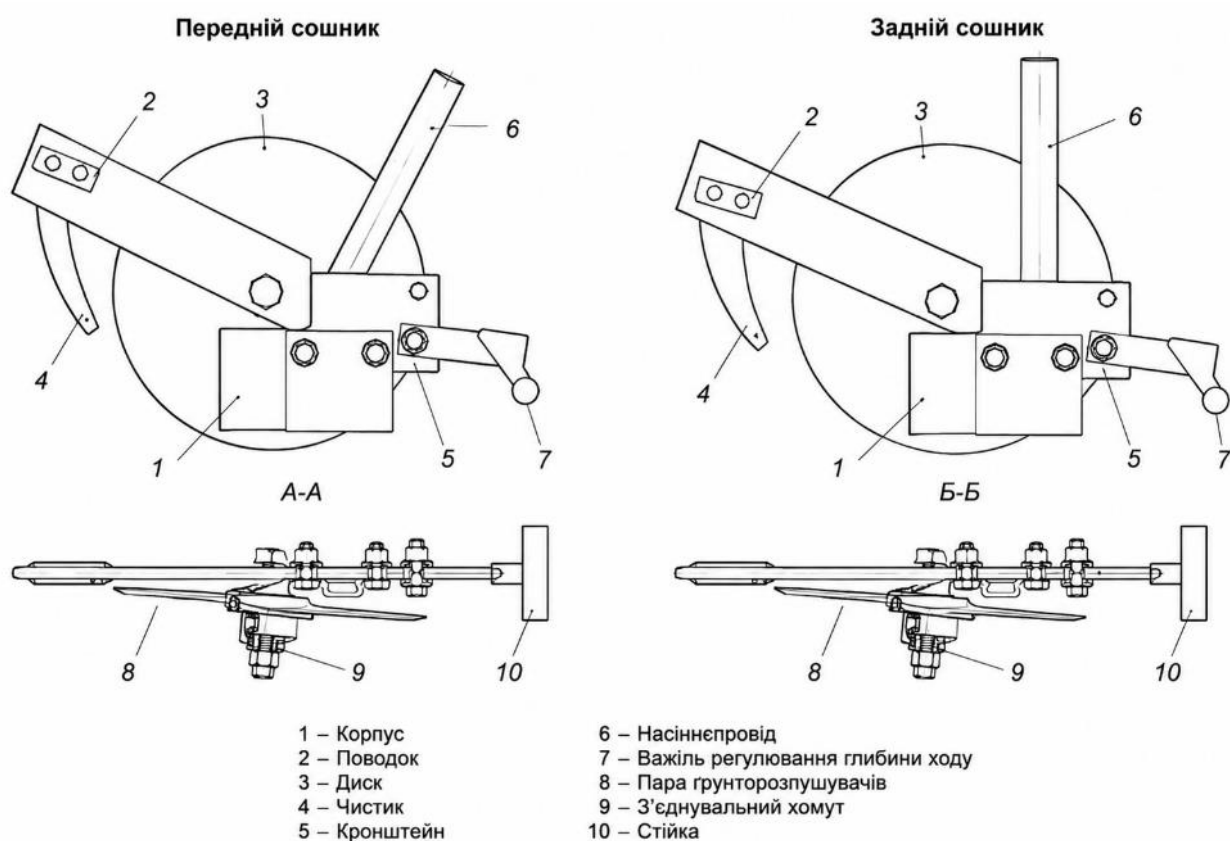


Рисунок 3.2 – Схема сошників

Регулювання довжини натискних штанг дозволяє змінювати величину притискного зусилля сошника залежно від типу ґрунту та умов роботи. Це забезпечує стабільну глибину загортання насіння і покращує якість сівби. Особливо важливе значення така модернізація має в умовах недостатнього

зволоження, коли необхідно точно витримувати задану глибину розміщення насіння у вологому шарі ґрунту.

Ще одним напрямом удосконалення є заміна стандартних ланцюгових загортачів на секційні загортачі-шлейфи. Використання шлейфів дозволяє більш рівномірно закривати посівну борозну, покращує вирівнювання поверхні поля та зменшує втрати ґрунтової вологи. Крім того, шлейфи забезпечують більш якісне подрібнення грудок і створюють сприятливі умови для проростання насіння.

У процесі модернізації особливу увагу приділяють відновленню кінематичних зв'язків елементів конструкції механізму піднімання та опускання сошників. Унаслідок зношування шарнірних з'єднань, важелів та приводів у процесі експлуатації порушується синхронність роботи сошників, що негативно впливає на рівномірність глибини висіву. Відновлення та регулювання кінематичних механізмів дозволяє забезпечити стабільну роботу всіх робочих органів сівалки.

Важливим етапом модернізації є також приведення у відповідність до технічних вимог положення сошників у горизонтальній площині. Відхилення сошників від заданої траєкторії руху призводить до порушення ширини міжрядь, нерівномірного розміщення насіння та погіршення агротехнічних показників сівби. Точне регулювання положення сошників забезпечує рівномірний висів і формування якісного посівного ложа.

Для забезпечення високої точності висіву проводиться відновлення параметрів висівних апаратів та приводних механізмів. У процесі експлуатації відбувається зношування катушок, валів, ланцюгових передач і приводних зірочок, що призводить до нерівномірного дозування насіння. Відновлення або заміна зношених деталей дозволяє забезпечити стабільну норму висіву та знизити перевитрати насіння.

Основним робочим органом модернізованої сівалки є дисково-анкерний сошник, який поєднує функції розрізання ґрунту, формування борозни та укладання насіння. Конструкція сошника складається з корпусу, вузла кріплення до повідця, плоского диска з маточиною та підшипниковим вузлом, труби

насіннєпроводу, кронштейна, державки осі диска, чистика-борозноутворювача та запобіжного елемента.

Плоский диск сошника виконує функцію розрізання верхнього шару ґрунту та рослинних решток. Завдяки обертанню диска зменшується тяговий опір агрегату та покращується прохідність сошника в умовах підвищеної вологості або на полях із великою кількістю пожнивних решток.

Анкерна частина сошника формує борозну необхідної глибини та забезпечує розпушування ґрунту у зоні розміщення насіння. Насіння через насіннєпровід подається безпосередньо у сформовану борозну, після чого загортається ґрунтом та ущільнюється.

Чистик-борозноутворювач запобігає налипанню ґрунту на диск та забезпечує стабільну роботу сошника. Запобіжний механізм призначений для захисту конструкції від перевантажень при наїзді на перешкоди або тверді предмети.

Удосконалення конструкції зернової сівалки дозволяє суттєво покращити агротехнічні показники виконання сівби. Завдяки використанню модернізованих сошників забезпечується більш рівномірне загортання насіння, підвищується польова схожість та покращуються умови розвитку рослин. Крім того, модернізація дозволяє зменшити тяговий опір агрегату, скоротити витрати пального та підвищити продуктивність посівних робіт.

Таким чином, модернізація зернових сівалок сімейства СЗ-3,6 є ефективним напрямом підвищення технічного рівня посівної техніки без значних капіталовкладень. Використання сучасних конструктивних рішень забезпечує покращення якості сівби, підвищення врожайності сільськогосподарських культур та ефективності використання машинно-тракторних агрегатів.

3.2 Розрахунок параметрів сошника зернової сівалки

Одним із найважливіших робочих органів зернової сівалки є сошник, який забезпечує утворення посівної борозни, укладання насіння на задану глибину та

часткове загортання його ґрунтом. Від конструкції сошника, його геометричних параметрів та режиму роботи значною мірою залежить рівномірність висіву насіння, стабільність глибини загортання та якість виконання технологічного процесу сівби.

Для модернізованої зернової сівалки приймається дисково-анкерний сошник, який поєднує переваги дискових і анкерних робочих органів. Дискова частина забезпечує розрізання ґрунту та рослинних решток, а анкерна – формування посівної борозни та укладання насіння на необхідну глибину.

Основними параметрами сошника є: діаметр диска; глибина ходу; кут атаки диска; ширина смуги посіву; тяговий опір; зусилля притискної пружини; продуктивність роботи.

Діаметр диска визначається залежно від глибини ходу сошника та умов роботи.

Рекомендоване співвідношення між діаметром диска та глибиною ходу:

$$D=(5...6) \cdot h$$

де D – діаметр диска, мм; h – глибина ходу сошника, мм.

Для гречки глибина загортання насіння приймається: $h=50$ мм.

Тоді діаметр диска становитиме: $D=6 \cdot 50=300$ мм.

Приймаємо стандартний діаметр диска: $D=320$ мм.

що забезпечує стабільну роботу сошника та достатню прохідність у ґрунті.

Ширина смуги висіву визначається за формулою:

$$B=b+2h \tan \alpha$$

де B – ширина смуги посіву, мм; b – ширина анкерної лапи, мм; h – глибина загортання насіння, мм; α – кут розкриття борозни.

Приймаємо: ширину анкерної лапи $b=30$ мм; кут розкриття борозни $\alpha=25^\circ$.

Тоді: $B=30+2 \cdot 50 \cdot \tan 25^\circ$

$$B=30+100 \cdot 0,466=76,6 \text{ мм.}$$

Отже, ширина смуги посіву становить:

$$B=77 \text{ мм.}$$

Кут атаки диска суттєво впливає на якість формування борозни та тяговий опір сошника.

Для зернових сівалок рекомендується: $\beta=15...25^\circ$.

Для модернізованого сошника приймаємо: $\beta=20^\circ$.

Такий кут забезпечує: стійке заглиблення диска; якісне розрізання рослинних решток; мінімальний тяговий опір; стабільне формування посівної борозни.

Тяговий опір дисково-анкерного сошника визначається за формулою:

$$R=k \cdot b \cdot h$$

де R – тяговий опір сошника, Н; k – питомий опір ґрунту, Н/см²; b – ширина захвату сошника, см; h – глибина ходу, см.

Для середніх чорноземів: $k=3,5$ Н/см²; $b=7,7$ см; $h=5$ см.

Тоді: $R=3,5 \cdot 7,7 \cdot 5 = 134,75$ Н.

Приймаємо: $R=135$ Н.

Для забезпечення стабільної глибини загортання насіння необхідно визначити притискне зусилля пружини.

Притискне зусилля визначають: $P=(1,5...2) \cdot R$.

Тоді: $P=1,8 \cdot 135=243$ Н

Приймаємо необхідне зусилля притискної пружини: $P=250$ Н.

Крок розміщення сошників визначається залежно від ширини міжряддя.

Для зернової сівалки СЗ-5,4: $t=150$ мм.

Кількість сошників: $n=B_p/t$, де B_p – робоча ширина сівалки.

При: $B_p = 3600$ мм отримаємо: $n=3600/150=24$.

Отже, сівалка комплектується 24 сошниками.

Годинна продуктивність агрегату визначається:

$$W= B_p \cdot V \cdot \eta /10$$

де W – продуктивність, га/год; B_p – ширина захвату, м; V – робоча швидкість, км/год; η – коефіцієнт використання часу зміни.

Приймаємо: $B_p = 3,6$ м; $V=10$ км/год; $\eta =0,75$.

Тоді: $W=3,6 \cdot 10 \cdot 0,75/10 = 2,7$ га/год.

Загальний тяговий опір усіх сошників визначається:

$$R_3 = R \cdot n = 135 \cdot 24 = 3240 \text{ Н} = 3,24 \text{ кН}.$$

Отримане значення відповідає тяговим можливостям трактора класу 1,4, з яким агрегатується сівалка СЗ-5,4.

У результаті проведених розрахунків визначено основні конструктивні та технологічні параметри дисково-анкерного сошника модернізованої зернової сівалки. Встановлено, що використання диска діаметром 320 мм, ширини смуги посіву 77 мм та кута атаки 20° забезпечує стабільне формування посівної борозни та якісне загортання насіння гречки.

Розрахований тяговий опір одного сошника становить 135 Н, а загальний тяговий опір сівалки – 3,24 кН, що забезпечує можливість ефективної роботи агрегату з трактором класу 1,4. Визначене притискне зусилля пружини 250 Н гарантує стабільну глибину загортання насіння навіть за нерівностей поверхні поля.

Запропоновані параметри модернізованого сошника дозволяють підвищити якість сівби, покращити рівномірність розміщення насіння та створити сприятливі умови для формування високої врожайності гречки.

3.3 Інженерний розрахунок елементів пристрою на міцність

Виконуємо перевірочний розрахунок на міцність різьбового з'єднання вузла кріплення дисково-анкерного сошника до повідця зернової сівалки.

Конструкція вузла передбачає використання двох болтів, установлених без зазору з незначним натягом, що забезпечує надійність з'єднання та зменшує зміщення елементів під час роботи. Попередньо приймаємо болти діаметром: $d_{\text{пр}} = 16 \text{ мм}$.

Болтове з'єднання працює на зріз і зминання, тому визначення мінімально допустимого діаметра виконуємо з умови міцності на зріз:

$$(\pi \cdot d^2 / 4) \cdot [\tau_{\text{зр}}] \geq P,$$

звідки розрахунковий діаметр болта:

$$d = \sqrt{(4P / \pi \cdot [\tau_{зр}])},$$

де d – необхідний діаметр болта, мм; P – сила, що діє перпендикулярно до осі болта, Н; $[\tau_{зр}]$ – допустиме напруження зрізу, МПа.

Допустиме напруження зрізу визначаємо залежно від межі текучості матеріалу: $[\tau_{зр}] = (0,2 \dots 0,3) \cdot \sigma_T$.

Для виготовлення болтів приймаємо сталь СтЗкп, для якої межа текучості становить: $\sigma_T = 180$ МПа.

Тоді допустиме напруження на зріз: $[\tau_{зр}] = 0,2 \cdot 180 = 36$ МПа.

Навантаження на болтове з'єднання залежить від маси дисково-анкерного сошника, сили його притискання до поверхні ґрунту, сили опору руху та коефіцієнта корисної дії підшипникового вузла.

Розрахункове навантаження визначаємо за формулою:

$$P = (F_{тр} + F_{оп}) / \eta_{п},$$

де $F_{тр}$ – сила тертя кочення між диском сошника та ґрунтом, Н; $F_{оп}$ – сила опору руху сошника в ґрунті, Н; $\eta_{п}$ – коефіцієнт корисної дії підшипникового вузла.

Силу тертя кочення визначаємо:

$$F_{тр} = (f / R) \cdot N,$$

де f – коефіцієнт тертя кочення, $f = 5,6$; R – радіус диска сошника, $R = 175$ мм; N – нормальна реакція ґрунту, Н.

Нормальна реакція визначається як сума ваги сошника та сили його притискання:

$$N = G + P_{пр},$$

де G – вага дисково-анкерного сошника; $P_{пр}$ – сила притискання сошника до ґрунту.

Маса сошника становить: $m = 12$ кг.

Тоді вага: $G = 12 \cdot 9,81 = 117,72$ Н.

Силу притискання приймаємо: $P_{пр} = 100$ кг = 981 Н.

Отже: $N = 117,72 + 981 = 1098,72$ Н.

Силу тертя визначаємо: $F_{тр} = (5,6 / 175) \cdot 1098,72 = 35,15$ Н.

Сила опору руху диска сошника у ґрунті: $F_{оп} = 420$ Н.

Коефіцієнт корисної дії одного підшипника: $\eta = 0,99$.

Оскільки використовується два підшипники: $\eta_{\text{п}} = 0,99^2 = 0,98$.

Тоді загальна сила, що діє на вузол кріплення: $P = (35,15 + 420) / 0,98 = 464,43 \text{ Н}$.

Для подальших розрахунків приймаємо: $P = 500 \text{ Н}$.

Оскільки навантаження сприймають два болти, на один болт припадає: $P_1 = 500 / 2 = 250 \text{ Н}$.

Визначаємо необхідний діаметр болта: $d_p = \sqrt{((4 \cdot 250) / (3,14 \cdot 36))} = 2,97 \text{ мм}$.

Прийнятий конструктивний діаметр болтів: $d_{\text{пр}} = 16 \text{ мм}$,

значно перевищує розрахункове значення: $d_{\text{пр}} \gg d_p$.

Таким чином, умова міцності болтового з'єднання виконується із достатнім запасом міцності, а вибрані болти забезпечують надійну роботу вузла кріплення дисково-анкерного сошника під час експлуатації зернової сівалки.

3.4 Висновки з розділу

У результаті проведених розрахунків визначено основні конструктивні параметри та перевірено міцність вузла кріплення дисково-анкерного сошника зернової сівалки. Встановлено, що використання дисково-анкерного сошника забезпечує покращення якості формування посівної борозни, стабільне загортання насіння та підвищення ефективності роботи сівалки в різних ґрунтових умовах.

Проведений розрахунок болтового з'єднання показав, що прийнятий конструктивний діаметр болтів 16 мм значно перевищує розрахунковий, що забезпечує достатній запас міцності та надійну роботу вузла під час експлуатації. Визначено, що максимальне навантаження на вузол кріплення становить 500 Н, а розрахунковий діаметр болта – 2,97 мм.

Отримані результати підтверджують працездатність і надійність модернізованої конструкції сошника, а також доцільність її використання для підвищення якості сівби та ефективності вирощування гречки.

4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ СІВБИ

Ефективність використання посівного агрегату значною мірою залежить від правильної організації технологічного процесу сівби. Важливими факторами є якісна підготовка трактора та сівалки до роботи, стан поверхні поля, рельєф місцевості, величина ухилу, а також раціональний вибір способу руху агрегату та виду поворотів на кінцях загінок.

Для забезпечення високої якості сівби гречки необхідно своєчасно та правильно підготувати поле до виконання технологічної операції. Підготовка поля включає:

- огляд ділянки та усунення можливих перешкод;
- вибір оптимального способу руху агрегату;
- визначення меж загінок;
- розмічування поворотних смуг;
- провішування лінії першого проходу;
- визначення місць завантаження насіння та мінеральних добрив.

Практика використання машинно-тракторних агрегатів свідчить, що найбільш ефективною є робота на великих за площею ділянках, де забезпечуються мінімальні втрати часу на розвороти та холості переїзди. Це сприяє підвищенню продуктивності агрегату та зниженню витрат пального.

Для виконання сівби гречки у проєкті використовується агрегат у складі трактора МТЗ-82 та зернової сівалки СЗ-5,4. Агрегат працює човниковим способом із грушоподібними поворотами на поворотних смугах, що забезпечує достатньо високий коефіцієнт використання робочого часу.

Посів зернових культур може виконуватись як вітчизняними, так і закордонними сівалками. Найбільш поширеними є зернові сівалки типу СЗ, які відзначаються простотою конструкції, надійністю та універсальністю використання.

Сівалка СЗ-3,6А має робочу ширину захвату 3,6 м, кількість рядків – 24 або 48 при вузькорядному способі сівби, ширину міжрядь 15 або 7,5 см. Норма висіву насіння становить 5–400 кг/га, а мінеральних добрив – 25–200 кг/га. Робоча швидкість агрегату складає 9–12 км/год, продуктивність – 3,2–4,3 га/год. Місткість бункера для насіння становить 453 дм³, для добрив – 212 дм³. Маса сівалки – 1380 кг.

Сівалка СЗ-5,4 характеризується шириною захвату 5,4 м та комплектується 36 сошниками з міжряддям 15 см. Норма висіву насіння становить 5–400 кг/га, а добрив – 25–200 кг/га. Робоча швидкість досягає 9–12 км/год, а продуктивність – 4,9–6,5 га/год. Місткість насіннєвого бункера складає 680 дм³, тукового – 318 дм³. Маса машини – 2190 кг.

Сучасна закордонна сівалка Solitaір 9 має ширину захвату 6 м та обладнується 48 сошниками з міжряддям 12,5 см. Робоча швидкість може досягати 15 км/год, а продуктивність – до 9 га/год. Місткість бункера становить 2300 дм³, що дозволяє суттєво зменшити кількість технологічних зупинок для завантаження насіння.

Згідно з умовами проекту, посів гречки виконується агрегатом у складі трактора МТЗ-82 та зернової сівалки СЗ-5,4. Допустима агротехнічна швидкість руху агрегату становить 9–12 км/год, що відповідає 4 та 5 передачам трактора.

Розрахункові швидкості руху становлять:

- на 4 передачі: $V_{т4} = 8,8$ км/год;
- на 5 передачі: $V_{т5} = 10,54$ км/год.

Номінальне тягове зусилля трактора:

- на 4 передачі: $P_{н.гак4} = 14,0$ кН;
- на 5 передачі: $P_{н.гак5} = 11,5$ кН.

Тягове зусилля трактора з урахуванням умов роботи визначається за формулою:

$$P_{гак} = P_{н.гак} - G_{тр}[(f_{ф} - f_{ст}) + i/100],$$

де $G_{тр} = 33,4$ кН – вага трактора; $f_{ф} = 0,14$ – коефіцієнт опору коченню; $f_{ст} = 0,08$ – коефіцієнт опору коченню по стерні; $i = 3\%$ – ухил поля.

Після підстановки значень отримуємо:

- для 4 передачі: $P_{\text{гак}4} = 10,99 \text{ кН}$;
- для 5 передачі: $P_{\text{гак}5} = 8,49 \text{ кН}$.

Робоча швидкість руху агрегату визначається:

$$V_p = V_t(1 - \delta/100),$$

де $\delta = 6 \%$ – коефіцієнт буксування.

Тоді: $V_{p4} = 8,27 \text{ км/год}$; $V_{p5} = 9,9 \text{ км/год}$.

Максимальна ширина захвату агрегату визначається за формулою:

$$B_{\text{max}} = P_{\text{гак}} / (K_v + R_i),$$

де K_v – питомий опір сівалки; R_i – додатковий опір при русі на підйом.

Для 4 передачі: $K_{v4} = 1,75 \text{ кН/м}$; $R_i = 0,12 \text{ кН/м}$.

Тоді: $B_{\text{max}4} = 10,99 / (1,75 + 0,12) = 5,87 \text{ м}$.

Для 5 передачі: $B_{\text{max}5} = 4,46 \text{ м}$.

Кількість сівалок в агрегаті визначаємо:

$$n_c = B_{\text{max}} / B_k,$$

де $B_k = 5,4 \text{ м}$ – конструктивна ширина захвату сівалки.

Отримуємо: $n_{c4} = 1,08 \approx 1$ сівалка; $n_{c5} = 0,82 \approx 0$.

Таким чином, агрегат може ефективно працювати лише на 4 передачі.

Робочий тяговий опір агрегату становить:

$$R_{\text{агр}} = (K_v + R_i) \cdot B_k \cdot n_c,$$

$$R_{\text{агр}} = (1,75 + 0,12) \cdot 5,4 \cdot 1 = 10,09 \text{ кН}.$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta_{\text{тз}} = R_{\text{агр}} / P_{\text{гак}},$$

$$\eta_{\text{тз}} = 10,09 / 10,99 = 0,90.$$

Отримані результати свідчать, що агрегат у складі трактора МТЗ-82 та сівалки СЗ-5,4 забезпечує достатнє завантаження енергетичного засобу та ефективного виконання технологічної операції.

Для забезпечення якісного виконання поворотів на кінцях поля необхідно обґрунтувати ширину поворотної смуги.

Мінімальний радіус повороту: $R_{\text{min}} = 1,7 \cdot B_k$, $R_{\text{min}} = 1,7 \cdot 5,4 = 9,18 \text{ м}$.

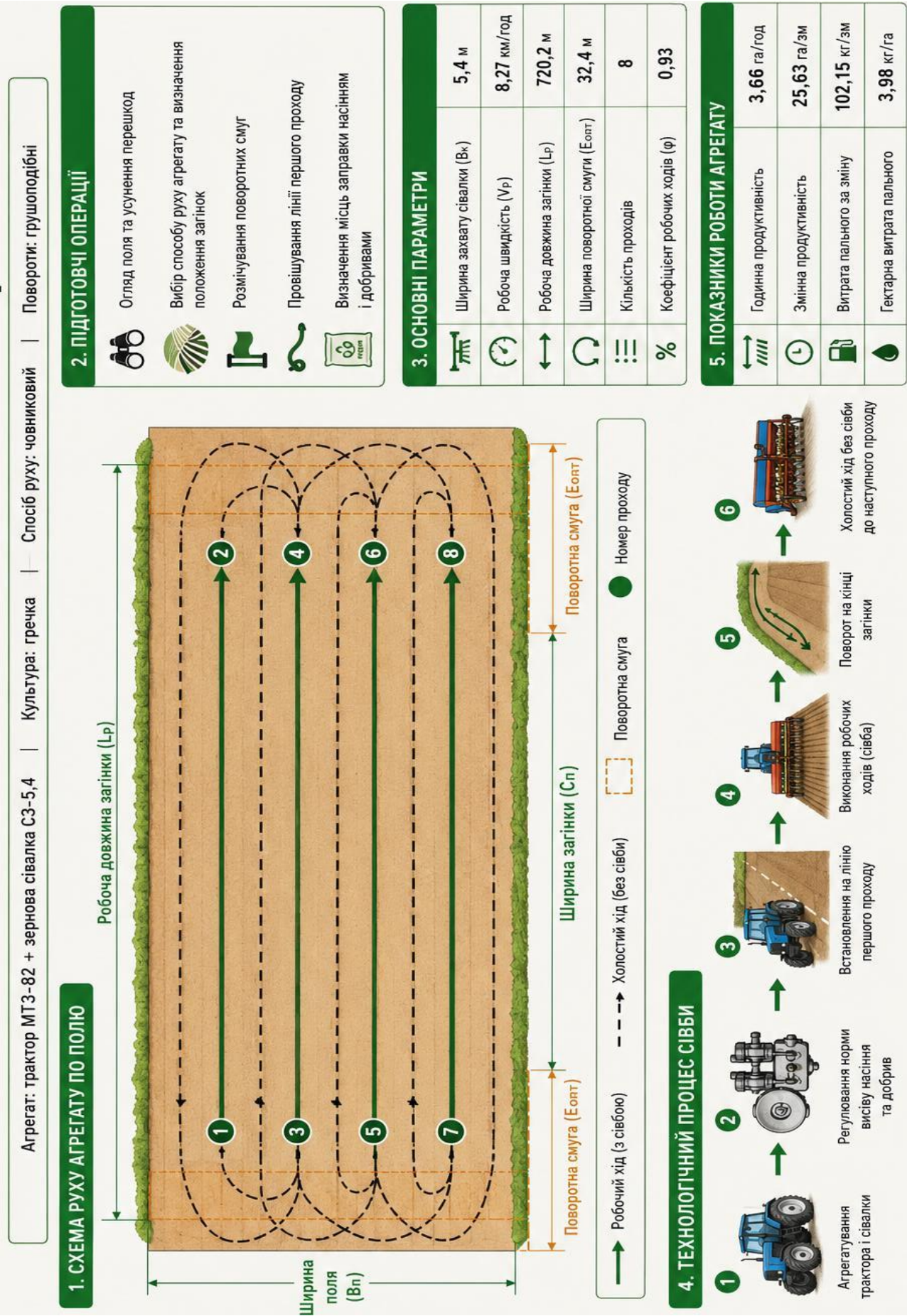


Рисунок 4.1 – Схема виконання технологічної операції – сівки

Ширина поворотної смуги:

$$E_{\Pi} = 2,8R_{\min} + 0,5d_k + e,$$

де $d_k = 5,4$ м – кінематична ширина агрегату; $e = 3,89$ м – довжина виїзду агрегату.

Тоді: $E_{\Pi} = 32,29$ м.

Остаточню приймаємо: $E_{\text{опт}} = 32,4$ м.

Робоча довжина загінки: $L_p = 785 - 2 \cdot 32,4 = 720,2$ м.

Оптимальна ширина загінки: $C_{\Pi} = 97,2$ м.

Коефіцієнт робочих ходів визначається за формулою:

$$\varphi = S_p / (S_p + S_x),$$

де S_p – довжина робочого шляху; S_x – довжина холостих ходів.

Після розрахунків отримуємо: $\varphi = 0,93$.

Це свідчить про правильний вибір способу руху агрегату та високий рівень використання його робочого часу.

Годинна продуктивність агрегату:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau,$$

де $B_p = 5,4$ м; $V_p = 8,27$ км/год; $\tau = 0,82$.

Отже: $W_{\text{год}} = 3,66$ га/год.

Змінна продуктивність: $W_{\text{зм}} = 25,63$ га/зм.

Витрата пального за зміну: $Q_{\text{зм}} = 102,15$ кг/зм.

Гектарна витрата пального: $Q_{\text{га}} = 102,15 / 25,63 = 3,98$ кг/га.

Таким чином, використання агрегату у складі трактора МТЗ-82 та зернової сівалки СЗ-5,4 забезпечує високу продуктивність роботи, раціональне використання пального та дотримання агротехнічних вимог при сівбі гречки.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Одним із важливих напрямів організації сучасного сільськогосподарського виробництва є забезпечення безпечних умов праці працівників та мінімізація негативного впливу технологічних процесів на навколишнє природне середовище. Під час виконання посівних робіт необхідно суворо дотримуватись вимог охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки та екологічних норм.

Сівба гречки виконується машинно-тракторним агрегатом у складі трактора МТЗ-82 та зернової сівалки СЗ-5,4. Під час роботи агрегату на працівників можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, до яких належать рухомі частини машин, підвищений рівень шуму та вібрації, пил, вихлопні гази двигуна, несприятливі погодні умови, а також можливість травмування під час технічного обслуговування та регулювання сівалки.

До роботи на тракторі та сівалці допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктажі з охорони праці, мають посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії та ознайомлені з правилами безпечної експлуатації техніки.

Перед початком роботи механізатор повинен провести щозмінний технічний огляд машинно-тракторного агрегату. Необхідно перевірити:

- справність гальмової системи трактора;
- стан рульового керування;
- надійність кріплення робочих органів сівалки;
- справність гідравлічної системи;
- наявність захисних кожухів на карданних та ланцюгових передачах;
- справність освітлення та сигналізації;
- тиск у шинах;
- герметичність паливної системи.

Забороняється експлуатація агрегату при несправних гальмах, рульовому керуванні, відсутності захисних огорожень або витoku паливно-мастильних матеріалів.

Під час агрегування трактора із сівалкою необхідно дотримуватись правил безпеки. Зчіпку машин виконують тільки при заглушеному двигуні трактора. Під час приєднання сівалки забороняється перебування людей між трактором і машиною без подачі сигналу трактористу. Після агрегування необхідно перевірити надійність з'єднань, справність гідросистеми та електрообладнання.

Особливу увагу приділяють безпеці під час завантаження насіння та мінеральних добрив. Завантаження повинно виконуватись механізованим способом або із застосуванням спеціальних пристроїв. Працівники мають використовувати засоби індивідуального захисту: рукавиці, захисні окуляри, спецодяг та респіратори для захисту органів дихання від пилу.

Під час роботи агрегату забороняється:

- очищати робочі органи сівалки при увімкненому валу відбору потужності;
- проводити регулювання або ремонт рухомих механізмів під час руху агрегату;
- перебувати на сівалці або поблизу її робочих органів під час роботи;
- здійснювати повороти з опущеними робочими органами;
- перевозити сторонніх осіб на тракторі або сівалці.

Робоча швидкість агрегату повинна відповідати агротехнічним вимогам та умовам безпеки. Під час руху по дорогах загального користування робочі органи сівалки переводяться у транспортне положення та фіксуються відповідними пристроями.

Для зниження впливу шуму та вібрації на механізатора трактор повинен бути обладнаний герметизованою кабіною із системою вентиляції та амортизованим сидінням. Рівень шуму в кабіні не повинен перевищувати допустимих санітарних норм.

Важливим елементом охорони праці є дотримання правил пожежної безпеки. Трактор та сівалка повинні бути забезпечені вогнегасниками, а паливно-мастильні матеріали необхідно зберігати у спеціально відведених місцях. Забороняється паління та використання відкритого вогню поблизу місць заправки паливом.

Після завершення роботи агрегат очищають від пилу, рослинних решток та залишків добрив. Технічне обслуговування виконують тільки після повної зупинки двигуна та опускання робочих органів на ґрунт.

Під час проведення посівних робіт необхідно дотримуватись екологічних вимог щодо охорони навколишнього середовища. Одним із основних напрямів екологічної безпеки є раціональне використання мінеральних добрив та паливно-мастильних матеріалів.

Для зменшення негативного впливу на ґрунт і навколишнє середовище необхідно:

- дотримуватись науково обґрунтованих норм внесення добрив;
- уникати перевитрат насіння та добрив;
- не допускати розсипання добрив під час транспортування та завантаження;
- своєчасно усувати витіки пального і мастил;
- застосовувати енергоощадні технології обробітку ґрунту та сівби;
- зменшувати ущільнення ґрунту шляхом скорочення кількості проходів техніки.

Використання сучасних сівалок забезпечує більш точне дозування насіння та добрив, що дозволяє зменшити антропогенне навантаження на ґрунт і підвищити ефективність використання матеріальних ресурсів.

Для запобігання забрудненню атмосферного повітря необхідно контролювати технічний стан двигуна трактора та своєчасно проводити його технічне обслуговування. Робота двигуна із несправною паливною системою призводить до збільшення викидів шкідливих речовин у атмосферу.

Важливим заходом захисту навколишнього середовища є впровадження ресурсозберігаючих технологій вирощування гречки, які передбачають мінімальний обробіток ґрунту, використання сучасних широкозахватних агрегатів та оптимізацію кількості технологічних операцій.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та екологічної безпеки під час сівби гречки забезпечує створення безпечних умов праці для працівників, зниження ризику виробничого травматизму, підвищення ефективності використання техніки та мінімізацію негативного впливу на навколишнє природне середовище.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОЇ СІВАЛКИ

Важливим етапом обґрунтування доцільності впровадження удосконаленої зернової сівалки є проведення техніко-економічного аналізу її використання порівняно з базовою конструкцією. Економічна ефективність визначається шляхом порівняння основних виробничих та експлуатаційних показників існуючої сівалки СЗ-5,4 і модернізованої конструкції, оснащеної дисково-анкерними сошниками.

Основною перевагою удосконаленої сівалки є підвищення якості висіву насіння, стабільніше дотримання глибини загортання, покращення очищення сошників від рослинних решток і ґрунту, а також зниження тягового опору агрегату. Незважаючи на дещо вищу вартість модернізованої конструкції, її використання дозволяє зменшити експлуатаційні витрати, підвищити продуктивність роботи агрегату та забезпечити додатковий приріст урожайності гречки.

Для проведення розрахунків приймаємо площу посіву гречки 41 га. Як базовий варіант використовується зернова сівалка СЗ-5,4 у стандартному виконанні, а як проєктний – модернізована сівалка із дисково-анкерними сошниками.

Вартість базової сівалки СЗ-5,4 у технічно справному стані становить близько 420000 грн, тоді як модернізована конструкція з урахуванням виготовлення нових сошників, посилених вузлів кріплення, модернізації приводів та монтажних робіт становить 605000 грн. Таким чином, додаткові капіталовкладення на впровадження удосконаленої конструкції складають:

$$K_d = 605000 - 420000 = 185000 \text{ грн.}$$

Важливим показником економічної оцінки є трудомісткість виконання технологічної операції. Завдяки покращенню конструкції сошників та зменшенню кількості зупинок на очищення робочих органів підвищується коефіцієнт використання часу зміни та продуктивність агрегату.

Для базової сівалки годинна продуктивність становить: $W_{\text{год.б}} = 3,66 \text{ га/год.}$

Для модернізованої сівалки за рахунок підвищення робочої швидкості та зменшення непродуктивних витрат часу продуктивність збільшується до: $W_{\text{год.п}} = 4,05$ га/год.

Затрати праці визначаються за формулою:

$$Z_{\text{п}} = n / W_{\text{год.п}}$$

де n – кількість працівників, що обслуговують агрегат.

Для базового варіанта:

$$Z_{\text{п.б}} = 3 / 3,66 = 0,82 \text{ люд.-год/га.}$$

Для удосконаленої сівалки:

$$Z_{\text{п.п}} = 3 / 4,05 = 0,74 \text{ люд.-год/га.}$$

Таким чином, трудові витрати зменшуються на:

$$\Delta Z_{\text{п}} = 0,82 - 0,74 = 0,08 \text{ люд.-год/га.}$$

За сучасного рівня оплати праці механізаторів і допоміжних працівників середня вартість однієї людино-години становить близько 260 грн. Тоді економія витрат на оплату праці дорівнює:

$$E_{\text{зп}} = 0,08 \times 260 \times 41 = 852,8 \text{ грн/рік.}$$

Одним із найважливіших показників є витрати паливно-мастильних матеріалів. Завдяки зменшенню тягового опору модернізованого сошника знижується навантаження на трактор і відповідно скорочується витрата пального.

Для базової сівалки гектарна витрата дизельного пального становить: $Q_{\text{б}} = 3,98$ кг/га.

Для удосконаленої конструкції: $Q_{\text{п}} = 3,42$ кг/га.

Економія пального на 1 гектар становить:

$$\Delta Q = 3,98 - 3,42 = 0,56 \text{ кг/га.}$$

При площі посіву 41 га річна економія пального дорівнює:

$$Q_{\text{ек}} = 0,56 \times 41 = 22,96 \text{ кг.}$$

Середня вартість дизельного пального в Україні у 2026 році становить близько 88–90 грн/л. Для розрахунків приймаємо 89 грн/л.

З урахуванням густини дизельного пального 0,84 кг/л економія коштів на паливі становить:

$$E_{\text{пмм}} = (22,96 / 0,84) \times 89 = 2434 \text{ грн/рік.}$$

Амортизаційні відрахування для базової сівалки визначаються виходячи із її балансової вартості: $A_6 = 84,5 \text{ грн/га.}$

Для модернізованої конструкції: $A_{\text{п}} = 92,4 \text{ грн/га.}$

Зростання амортизаційних витрат пояснюється більшою вартістю модернізованої машини. Проте підвищення продуктивності дозволяє частково компенсувати дане збільшення.

Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт також мають важливе значення. Для базової конструкції вони становлять: $\text{ПР}_6 = 88,6 \text{ грн/га.}$

Для удосконаленої сівалки: $\text{ПР}_{\text{п}} = 79,2 \text{ грн/га.}$

Зниження витрат досягається завдяки використанню посиленних вузлів кріплення, зменшенню зношування сошників та покращенню надійності конструкції.

Річна економія витрат на ремонт становить: $E_{\text{пр}} = (88,6 - 79,2) \times 41 = 385,4 \text{ грн.}$

Основний економічний ефект формується за рахунок підвищення врожайності гречки внаслідок покращення якості сівби. Використання дисково-анкерних сошників забезпечує більш рівномірне розміщення насіння, покращує польову схожість та створює кращі умови для розвитку рослин.

За результатами виробничих випробувань очікуваний приріст урожайності становить: $\Delta Y = 0,25 \text{ т/га.}$

При площі посіву 41 га додатковий валовий збір зерна дорівнює: $\Delta B = 0,25 \times 41 = 10,25 \text{ т.}$

Середня ринкова ціна зерна гречки у 2026 році становить близько 23000 грн/т.

Вартість додатково отриманої продукції становить: $E_{\text{вр}} = 10,25 \times 23000 = 235750 \text{ грн.}$

Загальний річний економічний ефект визначається як сума додаткового прибутку від приросту врожаю та економії експлуатаційних витрат: $E_p = 235750 + 852,8 + 2434 + 385,4 = 239422$ грн/рік.

Термін окупності модернізації визначається за формулою:

$$T_{ок} = K_d / E_p.$$

Тоді: $T_{ок} = 185000 / 239422 = 0,77$ року.

Отже, вкладені кошти на модернізацію сівалки окуповуються менш ніж за один рік експлуатації, що свідчить про високу економічну ефективність запропонованого технічного рішення.

Таким чином, впровадження удосконаленої зернової сівалки є економічно доцільним. Незважаючи на збільшення початкових капіталовкладень, модернізована конструкція забезпечує зменшення енерговитрат, скорочення витрат на технічне обслуговування, підвищення продуктивності агрегату та додатковий приріст урожайності гречки. Це дозволяє отримати значний річний економічний ефект і забезпечує швидку окупність витрат на модернізацію.

Таблиця 5.1 – Порівняльна таблиця техніко-економічних показників

Показник	Базова сівалка СЗ-5,4	Удосконалена сівалка	Відхилення
Вартість машини, грн	420000	605000	+185000
Продуктивність, га/год	3,66	4,05	+10,7 %
Трудові витрати, люд.-год/га	0,82	0,74	-9,8 %
Витрата пального, кг/га	3,98	3,42	-14,1 %
Амортизаційні витрати, грн/га	84,5	92,4	+9,3 %
Витрати на ТО і ремонт, грн/га	88,6	79,2	-10,6 %
Приріст урожайності, т/га	—	0,25	+0,25
Додатковий валовий збір, т	—	10,25	+10,25
Річний економічний ефект, грн	—	239422	+239422
Термін окупності, років	—	0,77	—

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведеного аналізу встановлено, що гречка є важливою продовольчою, кормовою та медоносною культурою, яка має значне значення для аграрного сектору України. Дослідження показало, що у 2022–2025 роках посівні площі та валове виробництво гречки змінювалися під впливом економічних, кліматичних і воєнних чинників. Визначено, що рівень урожайності культури значною мірою залежить від дотримання сучасних технологій вирощування та ефективного використання техніки. Встановлено, що одним із головних факторів формування врожаю є технологія сівби, зокрема вибір строків проведення робіт, способу та норми висіву, глибини загортання насіння і якості підготовки ґрунту. Важливе значення мають забезпечення оптимальних агротехнічних умов, збереження вологи та використання якісного насіннєвого матеріалу. Аналіз сучасних зернових сівалок показав, що застосування високопродуктивних механічних і пневматичних посівних агрегатів сприяє підвищенню точності висіву, рівномірності розміщення насіння та стабільності глибини його загортання. Це дозволяє зменшити витрати ресурсів і підвищити ефективність вирощування гречки.

2. У результаті розробки плану механізованих робіт обґрунтовано комплекс технологічних операцій для ефективного вирощування гречки та визначено раціональний склад машинно-тракторних агрегатів. Розроблена технологічна карта дозволила встановити послідовність виконання основних операцій, потребу в техніці, насінні, добривах і паливно-мастильних матеріалах. Проведені розрахунки показали, що використання сучасних ґрунтообробних, посівних і збиральних агрегатів забезпечує своєчасне виконання робіт у встановлені агротехнічні строки, підвищення продуктивності праці та зниження виробничих витрат. Для вирощування гречки на площі 41 га необхідно 2,67 т насіння, 6,15 т мінеральних добрив та близько 1,33 т дизельного пального. Розроблений план механізованих робіт забезпечує ефективне використання

машинно-тракторного парку, сприяє підвищенню врожайності гречки та зниженню собівартості її виробництва.

3. У результаті розрахунків визначено основні параметри та перевірено міцність вузла кріплення дисково-анкерного сошника. Встановлено, що використання модернізованого сошника забезпечує якісне формування посівної борозни, стабільне загортання насіння та ефективну роботу сівалки в різних ґрунтових умовах. Розрахунок болтового з'єднання показав, що прийнятий діаметр болтів 16 мм значно перевищує розрахунковий діаметр 2,97 мм, що гарантує достатній запас міцності та надійну роботу конструкції. Отримані результати підтверджують працездатність і доцільність використання модернізованого сошника для підвищення якості сівби гречки.

4. У результаті розрахунків обґрунтовано параметри та режим роботи посівного агрегату у складі трактора МТЗ-82 і сівалки СЗ-5,4 для сівби гречки. Встановлено, що агрегат забезпечує ефективне використання тягових можливостей трактора, високу продуктивність роботи (3,66 га/год) та низькі витрати пального (3,98 кг/га). Визначено оптимальні параметри заїмки і поворотних смуг, а коефіцієнт робочих ходів 0,93 підтверджує раціональну організацію технологічного процесу. Отримані результати свідчать, що використання даного агрегату забезпечує якісне виконання сівби гречки в установлені агротехнічні строки та ефективне використання технічних ресурсів.

5. Дотримання вимог охорони праці та екологічної безпеки під час сівби гречки забезпечує створення безпечних умов праці для працівників, зниження ризику виробничого травматизму, підвищення ефективності використання техніки та мінімізацію негативного впливу на навколишнє природне середовище.

6. У результаті проведеного техніко-економічного аналізу встановлено, що впровадження удосконаленої зернової сівалки з дисково-анкерними сошниками є економічно доцільним та забезпечує підвищення ефективності виконання посівних робіт. Проведені розрахунки показали, що використання удосконаленої конструкції дозволяє підвищити продуктивність агрегату з 3,66 до 4,05 га/год, зменшити трудові витрати на 9,8 % та скоротити витрати дизельного пального

на 14,1 %. Крім того, завдяки підвищенню надійності робочих органів знижуються витрати на технічне обслуговування та ремонт на 10,6 %. Встановлено, що застосування дисково-анкерних сошників забезпечує більш якісне формування посівної борозни, рівномірніше розміщення насіння та стабільну глибину його загортання. Це сприяє покращенню польової схожості та розвитку рослин, що забезпечує приріст урожайності гречки на 0,25 т/га. За площі посіву 41 га додатковий валовий збір зерна становить 10,25 т. Розрахований річний економічний ефект від впровадження удосконаленої сівалки становить 239,4 тис. грн, а термін окупності додаткових капіталовкладень дорівнює 0,77 року. Це свідчить про високу економічну ефективність запропонованого технічного рішення та швидке повернення інвестицій.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Aliiev E., Bezverkhni P., Dudin V., Aliieva O. Results of experimental studies on the improved seed delivery system of a pneumatic precision seeder. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2024. № 2(125). С. 7–15. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-2-1.
2. Averchev O. V., Kyrylov Yu. E., Fesenko G. A. The current state of buckwheat market in Ukraine. *Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. 2021. Vol. 2(390). P. 113–119. DOI: 10.32014/2021.2518-1467.58.
3. Chettry U., Chrungoo N. K. Beyond the cereal box: breeding buckwheat as a strategic crop for human nutrition. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2021. Vol. 76(4). P. 399–409. DOI: 10.1007/s11130-021-00930-7.
4. Evaluation of a plant-based infant formula containing almonds and buckwheat on gut microbiota composition, intestine morphology, metabolic and immune markers in a neonatal piglet model / M. Gurung et al. *Nutrients*. 2023. Vol. 15(2). P. 383. DOI: 10.3390/nu15020383.
5. Fijen T. P., van Bodegraven V., Lucassen F. Limited honeybee hive placement balances the trade-off between biodiversity conservation and crop yield of buckwheat cultivation. *Basic and Applied Ecology*. 2022. Vol. 65. P. 28–38. DOI: 10.1016/j.baae.2022.09.003.
6. Hemp and buckwheat are valuable sources of dietary amino acids, beneficially modulating gastrointestinal hormones and promoting satiety in healthy volunteers / M. Neacsu et al. *European Journal of Nutrition*. 2022. Vol. 61. P. 1057–1072.
7. Luthar Z., Golob A., Germ M., Vombergar B., Kreft I. Tartary buckwheat in human nutrition. *Plants*. 2021. Vol. 10(4). P. 700. DOI: 10.3390/plants10040700.
8. Medicinal properties of buckwheat products and honey in compliance with food safety regulatory requirements / V. Popović et al. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*. 2022. Vol. 76(3). P. 16–24.

9. Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview / S. A. Sofi et al. *Food Science & Nutrition*. 2023. Vol. 11(5). P. 2256–2276. DOI: 10.1002/fsn3.3166.
10. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations : вебсайт. URL: <https://www.fao.org/home/en>
11. Pocienė O., Šlinkšienė R. Studies on the possibilities of processing buckwheat husks and ash in the production of environmentally friendly fertilizers. *Agriculture*. 2022. Vol. 12(2). P. 193. DOI: 10.3390/agriculture12020193.
12. Systematic review of human and animal evidence on the role of buckwheat consumption on gastrointestinal health / E. Valido et al. *Nutrients*. 2022. Vol. 15(1). P. 1. DOI: 10.3390/nu15010001.
13. Tartary buckwheat: An under-utilized edible and medicinal herb for food and nutritional security / J. Ruan et al. *Food Reviews International*. 2022. Vol. 38(4). P. 440–454. DOI: 10.1080/87559129.2020.1734610.
14. Vieites-Álvarez Y., Reigosa M. J., Sánchez-Moreiras A. M. A decade of advances in the study of buckwheat for organic farming and agroecology (2013–2023). *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. P. 1354672. DOI: 10.3389/fpls.2024.1354672.
15. Yaropud V., Honcharuk I., Datsiuk D., Aliiev E. The model for random packaging of small-seeded crops' seeds in the reservoir of selection seeders sowing unit. *Agraarteadus. Journal of Agricultural Science*. 2022. Vol. XXXIII (1). P. 199–208. DOI: 10.15159/jas.22.08.
16. Zhang W., Boateng I. D., Xu J., Zhang Y. Proteins from legumes, cereals, and pseudo-cereals: composition, modification, bioactivities, and applications. *Foods*. 2024. Vol. 13(13). P. 1974. DOI: 10.3390/foods13131974.
17. Алієв Е. Б., Безверхній П. Є. Експериментальні дослідження процесу висіву насіння базовою висівною секцією пневматичної сівалки John Deere 90 Series. *Наукові основи адаптивного землеробства : матеріали Міжнародної наук.-практ. конф., 16–17 травня 2024 р. Дніпро : ДДАЕУ, 2024. С. 353–355.*

18. Алієв Е. Б., Безверхній П. Є., Алієва О. Ю. Результати аналітичних досліджень заспокоювача насіння удосконаленої висівної секції пневматичної сівалки. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2024. № 1(124). С. 73–81. DOI: 10.37128/2520-6168-2024-1-8.
19. Алієв Е. Б., Безверхній П. Є., Алієва О. Ю. Випробування удосконаленої системи подачі насіння пневматичної сівалки точного висіву. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2024. № 37. С. 127–138. DOI: 10.36710/ІОС-2024-37-13.
20. Алієв Е. Б., Дудін В. Ю., Безверхній П. Є., Шаповал О. М. Обґрунтування конструктивних параметрів заспокоювача насіння висівної секції пневматичної сівалки. Вібрації в техніці та технологіях. 2024. № 2(113). С. 43–54. DOI: 10.37128/2306-8744-2024-2-5.
21. Квасніцька Л. С., Тимошук Т. М. Продуктивність гречки у короткоротаційних сівозмінах Правобережного Лісостепу. Наукові горизонти. 2018. № 7–8(70). С. 83–90.
22. Мазур В. А., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Паламарчук О. Д. Новітні агротехнології у рослинництві : підручник. Вінниця, 2017. 602 с.
23. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця, 2013. 724 с.
24. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Київ : КНТ, 2007. 344 с.
25. Попит на гречку є: 79 % опитаних аграріїв збільшать посівні площі. URL: <https://superagronom.com/news/15256-popit-na-grechku-ye-79-opitanih-agrariyiv-zbilshat-posivni-ploschi>
26. Посівна воєнного часу. URL: https://lb.ua/economics/2022/06/14/519990_posivna_voiennogo_chasu.html
27. Рарок А. В., Рарок В. А. Дослідження закономірностей урожайності різних сортів гречки з їх господарсько-цінними ознаками. Таврійський науковий вісник. 2020. Вип. 112. С. 136–143.

28. Степаненко С. М., Польовий А. М. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату : монографія. Одеса : ТЕС, 2018. 549 с.
29. Тараненко Л. К., Яцишен О. Л., Кацан Т. О. Індексна селекція як метод вдосконалення генотипів гречки за елементами продуктивності та адаптивності. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. № 162. Ч. 1. С. 118–123.
30. Taranenko L. K., Yatsischen O. L., Karazhbey P. P., Taranenko P. P. State and prospects of buckwheat selection in Ukraine. Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. Prague, Czech Republic, 2004. P. 391–397.
31. Тригуб О. В. Широкий уніфікований класифікатор роду Гречки (*Fagopyrum Mill.*). Кременчук : Християнська Зоря, 2013. 54 с.
32. Чекалін М. М., Тищенко В. М., Баташова М. Є. Селекція і генетика окремих культур : навч. посіб. Полтава : ФОП Говоров С. В., 2008. 368 с.
33. Чи буде актуально сіяти гречку в сезоні 2022. URL: <https://superagronom.com/articles/596-chi-bude-aktualno-siyati-grechku-v-sezoni-2022>
34. Яропуд В. М., Алієв Е. Б., Дацюк Д. А. Методика чисельного моделювання висівного апарата селекційної сівалки дрібнонасінневих культур. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. 2021. Vol. 12, No. 3. P. 121–127. DOI: 10.31548/machenergy2021.03.121.

ДОДАТКИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

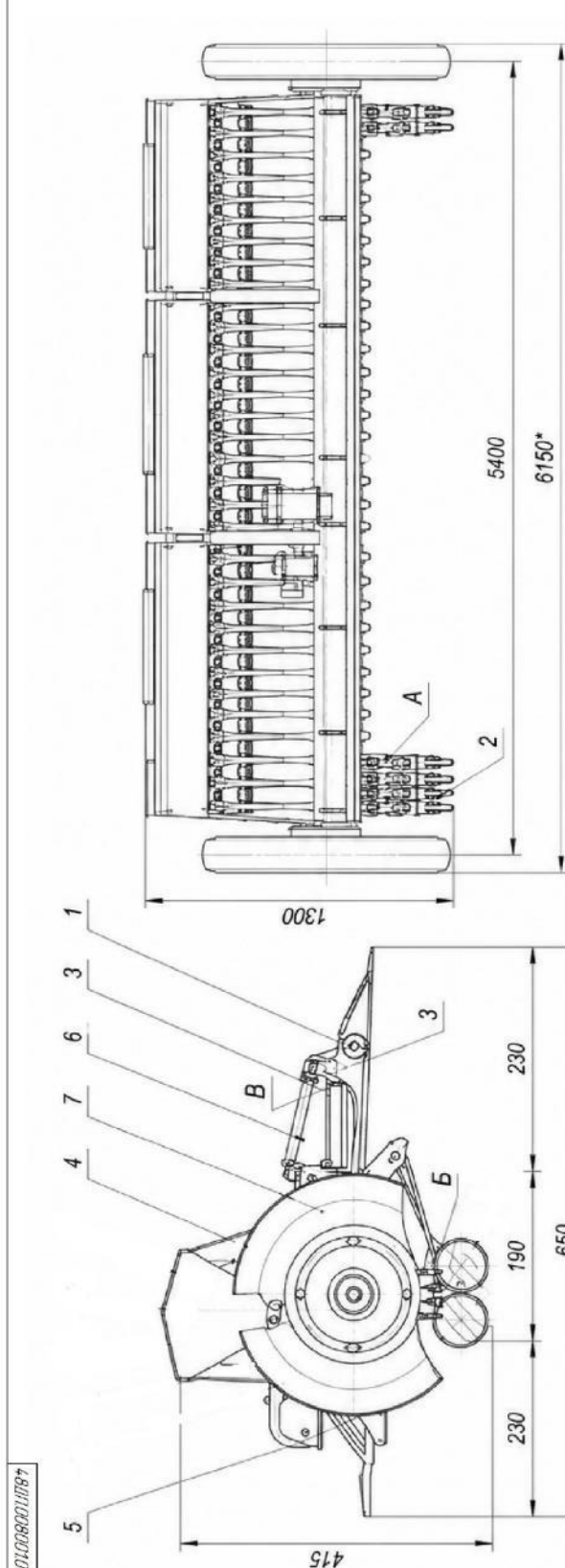
Удосконалення використання техніки при вирощуванні гречки з розробкою операційної технології сівби

Демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-1-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Березін Юрій Андрійович

Керівник: д.т.н., проф.
Кабат Олег Станіславович

Дніпро, 2026



DN1007161W/NO007X 2341402

- | | | | |
|----|----------------------------------|-----------|------------------|
| 1 | Длина участка в метрах | 100 | м |
| 2 | Ширина участка в метрах | 34 | м |
| 3 | Площадь участка | 3400 | м ² |
| 4 | Площадь в сотках | 34 | сот |
| 5 | Площадь в гектарах | 0,34 | га |
| 6 | Площадь в квадратных километрах | 0,0034 | км ² |
| 7 | Площадь в квадратных милях | 0,0013147 | ми ² |
| 8 | Площадь в акрах | 0,84503 | акр |
| 9 | Площадь в квадратных футах | 39204 | ф ² |
| 10 | Площадь в квадратных ярдах | 4443 | ярд ² |
| 11 | Площадь в квадратных сантиметрах | 34000000 | см ² |
| 12 | Площадь в квадратных дециметрах | 340000 | дм ² |
| 13 | Площадь в квадратных метрах | 3400 | м ² |
| 14 | Площадь в квадратных километрах | 0,0034 | км ² |
| 15 | Площадь в квадратных милях | 0,0013147 | ми ² |
| 16 | Площадь в акрах | 0,84503 | акр |
| 17 | Площадь в квадратных футах | 39204 | ф ² |
| 18 | Площадь в квадратных ярдах | 4443 | ярд ² |
| 19 | Площадь в квадратных сантиметрах | 34000000 | см ² |
| 20 | Площадь в квадратных дециметрах | 340000 | дм ² |
| 21 | Площадь в квадратных метрах | 3400 | м ² |
| 22 | Площадь в квадратных километрах | 0,0034 | км ² |
| 23 | Площадь в квадратных милях | 0,0013147 | ми ² |
| 24 | Площадь в акрах | 0,84503 | акр |
| 25 | Площадь в квадратных футах | 39204 | ф ² |
| 26 | Площадь в квадратных ярдах | 4443 | ярд ² |
| 27 | Площадь в квадратных сантиметрах | 34000000 | см ² |
| 28 | Площадь в квадратных дециметрах | 340000 | дм ² |
| 29 | Площадь в квадратных метрах | 3400 | м ² |
| 30 | Площадь в квадратных километрах | 0,0034 | км ² |
| 31 | Площадь в квадратных милях | 0,0013147 | ми ² |
| 32 | Площадь в акрах | 0,84503 | акр |
| 33 | Площадь в квадратных футах | 39204 | ф ² |
| 34 | Площадь в квадратных ярдах | 4443 | ярд ² |
| 35 | Площадь в квадратных сантиметрах | 34000000 | см ² |
| 36 | Площадь в квадратных дециметрах | 340000 | дм ² |
| 37 | Площадь в квадратных метрах | 3400 | м ² |
| 38 | Площадь в квадратных километрах | 0,0034 | км ² |
| 39 | Площадь в квадратных милях | 0,0013147 | ми ² |
| 40 | Площадь в акрах | 0,84503 | акр |
| 41 | Площадь в квадратных футах | 39204 | ф ² |
| 42 | Площадь в квадратных ярдах | 4443 | ярд ² |
| 43 | Площадь в квадратных сантиметрах | 34000000 | см ² |
| 44 | Площадь в квадратных дециметрах | 340000 | дм ² |
| 45 | Площадь в квадратных метрах | 3400 | м ² |
| 46 | Площадь в квадратных километрах | 0,0034 | км ² |
| 47 | Площадь в квадратных милях | 0,0013147 | ми ² |
| 48 | Площадь в акрах | 0,84503 | акр |
| 49 | Площадь в квадратных футах | 39204 | ф ² |
| 50 | Площадь в квадратных ярдах | 4443 | ярд ² |

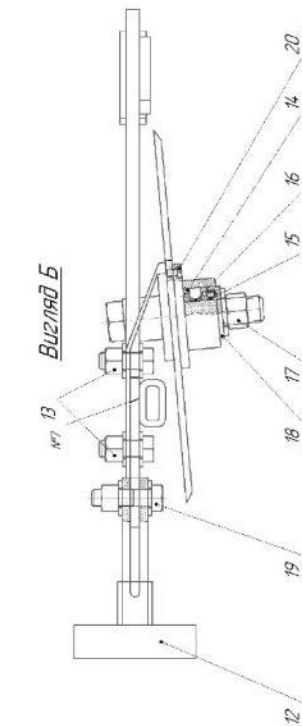
Technique Summary

- [illegible]

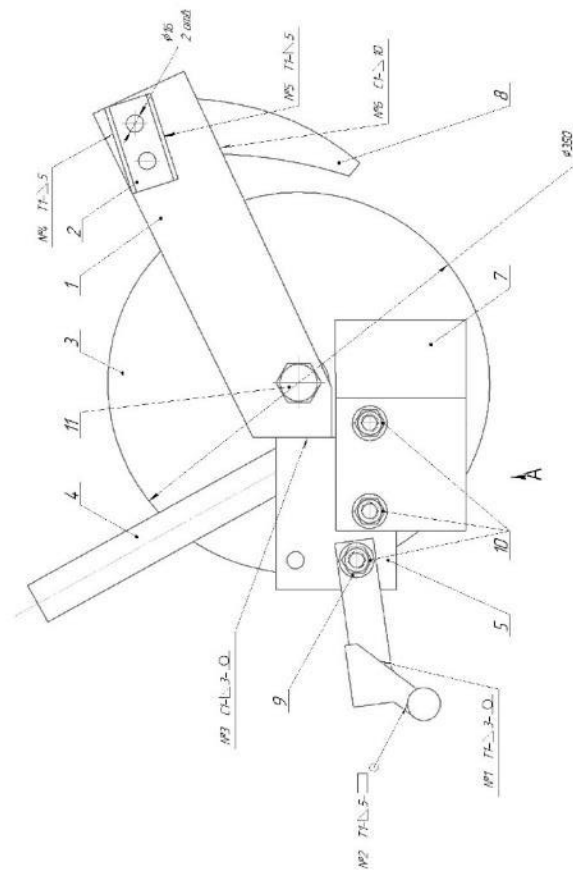
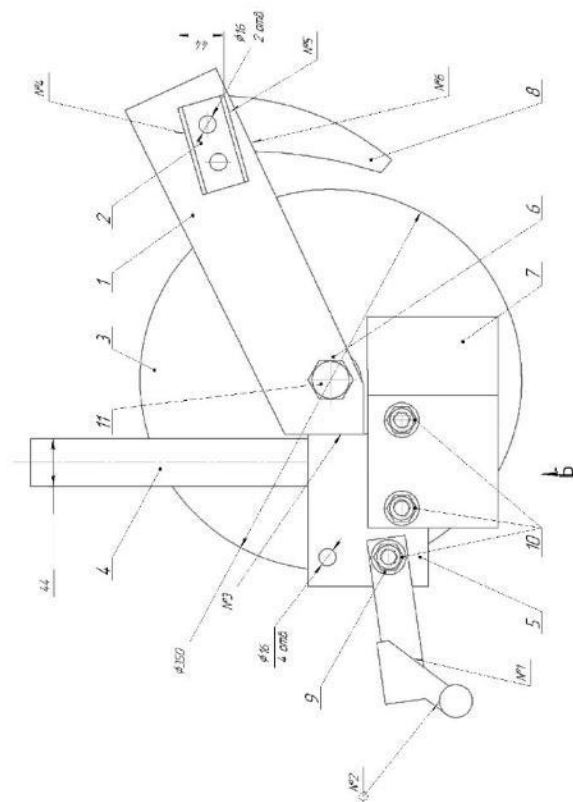
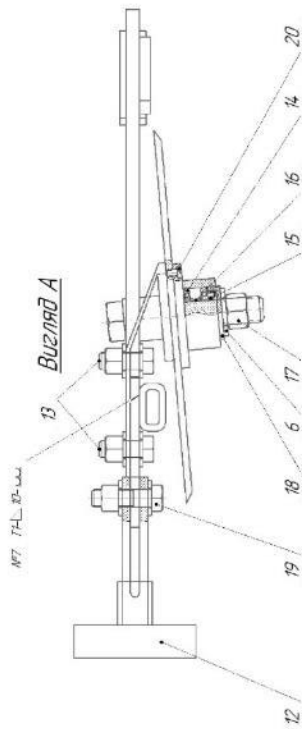
[illegible]

48П000002.000СК

Задній сошник



Передній сошник



48П000002.000СК									
Сошник									
Лист 1									
Лист 2									
Лист 3									
Лист 4									
Лист 5									
Лист 6									
Лист 7									
Лист 8									
Лист 9									
Лист 10									
Лист 11									
Лист 12									
Лист 13									
Лист 14									
Лист 15									
Лист 16									
Лист 17									
Лист 18									
Лист 19									
Лист 20									
Лист 21									
Лист 22									
Лист 23									
Лист 24									
Лист 25									
Лист 26									
Лист 27									
Лист 28									
Лист 29									
Лист 30									
Лист 31									
Лист 32									
Лист 33									
Лист 34									
Лист 35									
Лист 36									
Лист 37									
Лист 38									
Лист 39									
Лист 40									
Лист 41									
Лист 42									
Лист 43									
Лист 44									
Лист 45									
Лист 46									
Лист 47									
Лист 48									
Лист 49									
Лист 50									
Лист 51									
Лист 52									
Лист 53									
Лист 54									
Лист 55									
Лист 56									
Лист 57									
Лист 58									
Лист 59									
Лист 60									
Лист 61									
Лист 62									
Лист 63									
Лист 64									
Лист 65									
Лист 66									
Лист 67									
Лист 68									
Лист 69									
Лист 70									
Лист 71									
Лист 72									
Лист 73									
Лист 74									
Лист 75									
Лист 76									
Лист 77									
Лист 78									
Лист 79									
Лист 80									
Лист 81									
Лист 82									
Лист 83									
Лист 84									
Лист 85									
Лист 86									
Лист 87									
Лист 88									
Лист 89									
Лист 90									
Лист 91									
Лист 92									
Лист 93									
Лист 94									
Лист 95									
Лист 96									
Лист 97									
Лист 98									
Лист 99									
Лист 100									

