

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Механізація вирощування гречки
з удосконаленням сошнікової групи зернотукової сівалки

Виконав здобувач вищої освіти IV
курсу,

групи AI-21ПЗ

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

Зубенко Артем Юрійович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

Ірина СИСОЛІНА

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

Тимофій РУДЕНКО

« ____ » _____ 2025 р.

Кропивницький

ЗМІСТ

1. Вступ

2. Технологічна частина

3. Інженерна частина

4. Охорона праці

5. Висновки

Список використаної літератури

Додатки

1. ВСТУП

Україна, не зважаючи на воєнні дії, залишається важливою на світовому продовольчому ринку.

Понад 115, 4 тис. гектарів гречки було засіяно у 2023 році (з урожаєм близько 207,4 тис. т.), тоді як у 2022 році цією культурою було засіяно 114,6 тис. гектарів (з урожаєм майже 160 тис. т.) [4].

Значний попит на гречку на ринках ЄС сформували саме українські біженці. Зараз український уряд скасував усі обмеження на експорт гречки.

Проте за останні 10 останніх років посівні площі в Україні під гречку значно скоротилися. Хоча є достатньо багато господарств, які успішно вирощують гречку й не збираються припиняти цим займатися. Тому що до складу зерна гречки входять важливі вітаміни (В1 В2, В6, Р (рутин)), які й визначають лікувально-дієтичне її значення. Однією з важливих ознак гречаної крупи, на відміну від пшона, є здатність зберігати тривалий час свої смакові і поживні якості, оскільки жири, які містяться в гречці, не окислюються [2].

В даній бакалаврській роботі розглядається питання комплексної механізації вирощування гречки і удосконалення сошникової групи зернотукової сівалки СЗ-3,6А з метою покращення якісного висіву насіння. Тема актуальна та відповідає сучасним потребам і запитам сільськогосподарського виробництва.

					МВГ 00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зубенко			Механізація вирощування гречки з удосконаленням сошникової групи зернотукової сівалки	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сисоліна						
Реценз.						ЦНТУ, гр. АІ-21ПЗ		
Н. Контр.		Мачок						
Затверд.		Васильковський						

Помилковим є уявлення про гречку як про культуру, нетребувальну до ґрунтових умов і попередників у сівозміні, оскільки саме такий підхід часто стає причиною формування незадовільних врожаїв. Варто враховувати, що кореневий апарат гречки характеризується меншою потужністю порівняно з багатьма альтернативними сільськогосподарськими рослинами. Глибина проникнення коренів у ґрунтову товщу суттєво залежить від рівня природної родючості та товщини оброблюваного горизонту. На високородючих ґрунтових різновидах кореневі утворення гречки здатні досягати глибини 90-120 сантиметрів, проте переважна частина кореневої маси концентрується у верхньому шарі до 35 сантиметрів. У протилежність цьому, на збіднених ґрунтах кореневий апарат формується значно гірше: проникнення відбувається лише до глибини 40-50 сантиметрів, при цьому основний об'єм коренів зосереджується у шарі 14-19 сантиметрів. Це демонструє необхідність забезпечення чистих від бур'янової рослинності, структурованих і поживних ґрунтових умов для повноцінного формування кореневої системи гречки.

На виснажених ґрунтах коренева система розвивається дещо гірше: вона проникає лише на глибину 40-50 см, проте основна її маса розташовується в шарі 14-19 см. Це свідчить про те, що для оптимального росту та розвитку кореневої системи гречки необхідні чисті від бур'янів, пухкі та родючі ґрунти.

Якщо гречка вирощується після попередників, що залишають ґрунт виснаженим і забур'яненним, врожайність значно знижується. Тому вибір попередника є ключовим фактором. У бурякосійній зоні цукрові буряки вважаються найкращим попередником для гречки, адже під них вносяться великі дози добрив, а догляд включає багаторазові міжрядні розпушування, що залишає поле чистим. Наукові дослідження та передовий досвід також показують, що високі врожаї гречки можна отримати і після інших добре удобрених культур, що залишають поле чистим від бур'янів. До таких культур, крім буряків, належать озимі зернові, горох, кукурудза, картопля та баштанні.

Удобрення гречки: запорука високого врожаю.

Короткий вегетаційний період гречки, тривале цвітіння та дозрівання, а також її слабо розвинена, але незвичайно активна коренева система.

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глибока оранка становить ефективний засіб контролю бур'янової рослинності. При оранці на зазначену глибину найбільш засмічені поверхневі шари ґрунту (0-10 сантиметрів) переміщуються на дно оброблюваної борозни. Заоране бур'янове насіння потрапляє у несприятливі умови існування і частково гине. Проростки, які все ж пробиваються до поверхні, знищуються наступними обробними операціями.

Глибока оранка також є одним з провідних методів боротьби зі шкідливими організмами і патогенними захворюваннями сільськогосподарських культур. Необхідно вносити:

- сірчаноокислий цинк: 50 г
- молібденовоокислий амоній: 50 г
- мідний купорос: 50-100 г
- бура: 200-300 г або борна кислота: 100-200 г
- полімікродобрива: 40-50 г

Для підвищення резистентності рослинних організмів до негативного впливу низьких температур і попередження процесу вилягання посівний матеріал піддають обробці за 2-3 доби до початку посівних робіт. Використовується 15%-й розчин препарату "Тур" з концентрацією діючої речовини 1,5 кілограма на гектар при витраті робочого розчину 10 літрів на тону насіння. Дана процедура може ефективно комбінуватися з протруюванням посівного матеріалу.

Післязбиральна підготовка та організація зберігання посівного матеріалу

Післязбиральна підготовка насіння передбачає період фізіологічного спокою перед закладанням на довготривале зберігання і включає комплексне очищення та сортування за якісними показниками.

Зберігання посівного матеріалу здійснюється при оптимальній вологості 14-16% у сухих, забезпечених ефективною вентиляцією приміщеннях. Насіння може зберігатися насипним способом шаром висотою 0,75-1 метр або упакованим у мішки, складені у штабелі висотою до 8 рядів.

Для профілактики ураження патогенними мікроорганізмами посівний матеріал протруюють препаратами ТМТД або фентіураном з розрахунку 2

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кілограми одного з хімічних засобів на тону насадження. Для створення робочого розчину додають 5-10 літрів води до хімічного препарату.

Оптимальні календарні терміни та технології посіву гречки

Гречка належить до теплолюбних культур, які демонструють низьку толерантність до тривалих заморозків. Посівний матеріал, висіяний передчасно навесні у недостатньо прогрітій ґрунт, часто піддається гниттю, пліснявінню та втрачає життєздатність. Це спричиняє формування неоднорідних, зріджених сходів, які надалі пригнічуються бур'яною рослинністю.

На основі численних наукових досліджень та багаторічного виробничого досвіду встановлено доцільність проведення посіву гречки після стабільного прогрівання ґрунтової товщі на глибині 8-10 сантиметрів до температурного рівня +10...+12°C, коли повністю минає ризик весняних заморозків. При цьому тривалість посівної кампанії не повинна перевищувати п'ятиденний період.

У Кіровоградській області у роки з ранньою весняною вегетацією це припадає приблизно на другу-початок третьої декади квітня, тоді як за пізньої весни оптимальний період переноситься на першу декаду травня. Найкращими термінами посіву гречки вважається третя декада квітня, а за запізнилої весняної погоди - перша половина травневого місяця.

Проте не завжди доцільно керуватися виключно календарними показниками. Сумська сільськогосподарська дослідна станція розробила інноваційний метод визначення оптимальних строків посіву гречки на основі температурного режиму ґрунту для кожного конкретного року з урахуванням метеорологічних умов весняного періоду. Згідно з даними цієї установи, оптимальний температурний показник ґрунту для гречки становить +10°C на глибині 40 сантиметрів.

Посів гречки здійснюється як традиційним рядковим способом з міжряддями 15 сантиметрів, так і широкорядним методом з міжряддями 45 сантиметрів. Широкорядні одно- і двострічкові посіви зазвичай забезпечують вищу продуктивність порівняно зі звичайними рядковими, оскільки створюють поліпшені умови живлення для рослинних організмів, що сприяє формуванню більшої кількості генеративних органів. Крім того, при широкорядному посіві

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

значно менше відчувається негативний вплив посушливих умов. Однак у багатьох регіонах України при пізньому посіві, особливо у червневий період, цей спосіб не демонструє переваг перед традиційним рядковим методом.

Норми висіву посівного матеріалу визначаються ґрунтово-кліматичними умовами, календарними термінами та способом посіву, рівнем чистоти полів, а також забезпеченістю ґрунту поживними елементами та водними ресурсами. У середньому вона становить 3-4,5 мільйона схожих насінин на гектар для звичайного рядкового посіву і 2-2,5 мільйона для широкорядного посіву, що еквівалентно приблизно 65-80 кілограмам на гектар.

Посівний агрегат доцільно комплектувати легкими катками для ущільнення ґрунтової поверхні під час проведення посівних операцій.

Якісний догляд за посівами гречки є ключовим для формування високого врожаю. Якщо посів проводився в сухий ґрунт агрегатом без котків, то після сівби необхідно здійснити ще післяпосівне коткування одночасно з боронуванням. Це допоможе підтягнути вологу до насіння та забезпечити мульчування верхнього шару ґрунту. Для цього можна використовувати котки ЗККШ-6 та борони ЗБП-0,6А. У випадку, якщо сходи затримуються, застосовують боронування боронами ОР-07.

У степових регіонах застосування коткування набуває критичного значення, оскільки гречку як культуру з пізніми строками посіву часто доводиться висівати у ґрунт з недостатнім рівнем зволоження. Водночас, коли ґрунтова товща вже містить достатню кількість вологи, проведення післяпосівного коткування стає недоцільним агротехнічним заходом.

У випадках, коли після завершення посівних робіт випадають інтенсивні атмосферні опади, що спричиняють формування щільної ґрунтової кірки, посівні площі необхідно обов'язково обробити ротаційними мотиками з подальшим боронуванням легкими боронами перпендикулярно або діагонально до посівних рядків. На важких ґрунтових відмінах, схильних до процесів запливання, посіви піддають боронуванню важкими боронами типу БЗТТ-10.

Більш ефективною альтернативою є обробка культиватором УСМК-5,4 в агрегатному комплексі з ротаційними мотиками та прутковими катками. Такий

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

агрохімічного аналізу ґрунту та зон продуктивності поля, що дозволяє оптимізувати використання ресурсів та зменшити екологічне навантаження [3], застосування точного висіву для забезпечення оптимальної густоти стояння рослин [7]; покращення якості зерна, впровадження ґрунтозахисних технологій (мінімальний та нульовий обробіток) для зменшення ерозії, збереження родючості ґрунту та витрат пального.

2.2. Розроблення технологічної карти для вирощування та збирання гречки

Заповнення технологічної карти:

1. У бланк технологічної карти в хронологічній послідовності записується комплекс робіт, які слід виконати в планованому році відповідно до прийнятої агротехнікою і наявністю техніки для отримання наміченої врожайності. Вказуються агротехнічні вимоги до робіт, що необхідно для правильного визначення норм виробітку і розцінок.

2. Обсяг робіт за операціями, що виконуються тракторами, записується в фізичних одиницях (графа 4), а після перекладається в умовну (еталонну) оранку за відповідними коефіцієнтами (запропоновані нижче в таблиці «Коефіцієнти переведення тракторів в умовні еталонні гектари»), тобто:

$$УЕГ = Kз \cdot Kп \cdot 7$$

де: $УЕГ$ – умовний еталонний гектар;

$Kз$ – кількість нормо-змін;

7 – семигодинний робочий день;

$$УЕГ = 3,7 * 1,65 * 7 = 42,7 \text{ у.е.га}$$

3. Склад агрегату планується із зазначенням марок тракторів, сільськогосподарських машин і знарядь і їх кількості. При виборі сільськогосподарських агрегатів орієнтуються на трактора, машини, знаряддя та транспортні засоби, які є в господарстві або будуть куплені і використані в

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

планованому році. При цьому слід передбачити максимальну механізацію обробітку культур (з урахуванням конкретних умов виробництва) і виконання робіт мінімальним набором типів і марок тракторів і машин. Обслуговуючий персонал агрегату планується з урахуванням виробничої необхідності.

4. При плануванні ручних робіт виходять з раціональної організації виробничих процесів. При індивідуальній роботі вказується один працівник, при груповій – число працівників, що входять в тимчасову групу або ланка.

5. Тарифний розряд роботи вказується відповідно до тарифно-кваліфікаційного довідника; оплата за тарифом за весь обсяг роботи:

$$O_n = K_z \cdot T_c$$

де O_n – оплата за тарифом, грн;

K_z – кількість нормо-змін;

T_c – тарифна ставка за певним розрядом і певної групи.

$$O_n = 3,7 \cdot 79,05 = 292,5 \text{ грн}$$

Якщо на агрегаті зайнято кілька працівників, їх тарифні ставки підсумовуються.

6. Кількість нормо-змін визначають шляхом ділення всього фізичного обсягу на змінну норму виробітку на цій операції. Для розрахунку використовують норми виробітку, прийняті в господарстві:

$$H_c = \Phi_o / H_v$$

де Φ_o – фізичний обсяг,

H_v – норма вироблення прийнята в господарстві.

Коефіцієнт змінності планують, враховуючи характер роботи. Так, при визначенні коефіцієнта змінності на посіві виходять з тривалості світлового дня, на оранці можлива робота і в нічний час. Наприклад, визначити кількість норма-змін для лущення стерни для площі 100га в фізичному обсязі при нормі виробітки агрегата ДТ-75 та ЛДГ-10 дорівнюватиме 29,8:

$$H_c = 100/26,8 = 3,7$$

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Витрати праці по кожному виду робіт, в технологічній карті, розраховуються в людини – годинах з врахуванням тривалості зміни в годинах, на яку встановлена норма вироблення:

$$ЗП = P \cdot Нз \cdot П$$

де $ЗП$ – витрати праці на виконання всього обсягу роботи, люд.-год.;

P – кількість працюючих на одному агрегаті, людина;

$Нз$ – кількість норма-змін;

$П$ – час зміни (7 годин);

$$ЗП = 1 \cdot 3,7 \cdot 7 = 25,9 \text{ люд.-год}$$

8. Загальна витрата основного палива за видами механізованих робіт визначають, виходячи з прийнятих в господарстві норм по маркам тракторів на одиницю роботи і її обсягу. Витрати грошових коштів на паливо і мастильні матеріали за видами робіт і по маркам машин визначають шляхом множення кількості палива, необхідного для виконання тієї чи іншої роботи, на комплексну ціну основного палива.

9. Для визначення прямих витрат на одиницю основної продукції необхідно перш за все обчислити витрати на побічну продукцію і відняти їх із загальної суми витрат. Потім решту суми слід розділити на планований валовий збір.

Для цього всю продукцію переводять за допомогою коефіцієнтів в основну, а потім визначають частку основної та побічної продукції, відповідно до цієї часткою розподіляють витрати.

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

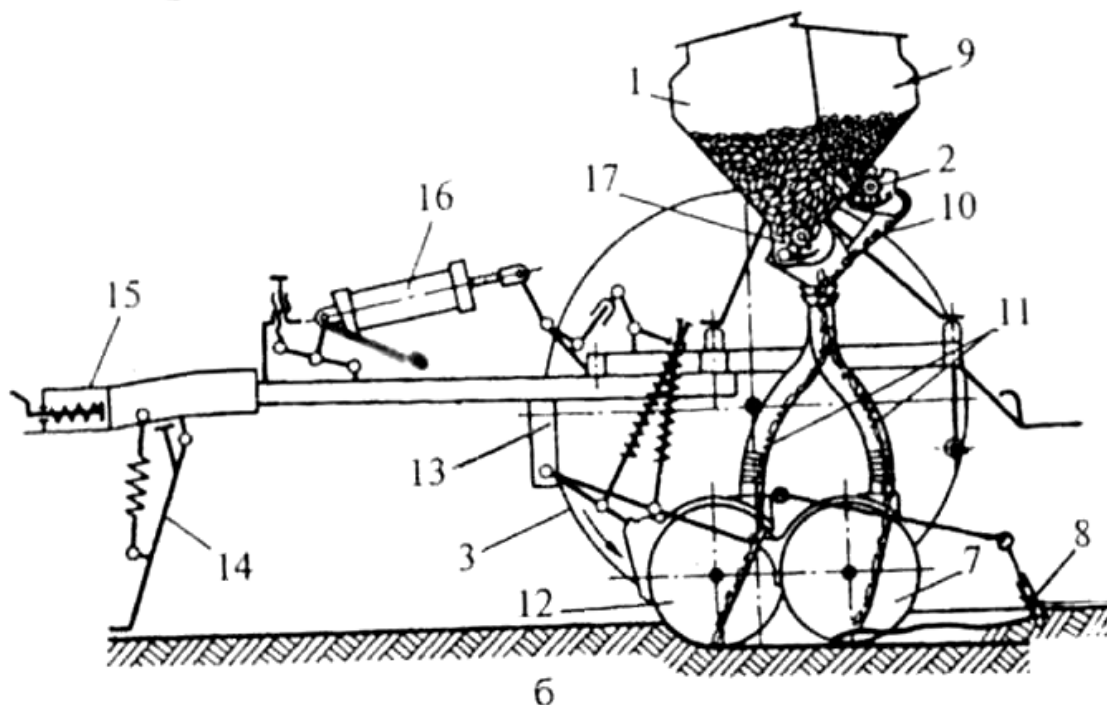
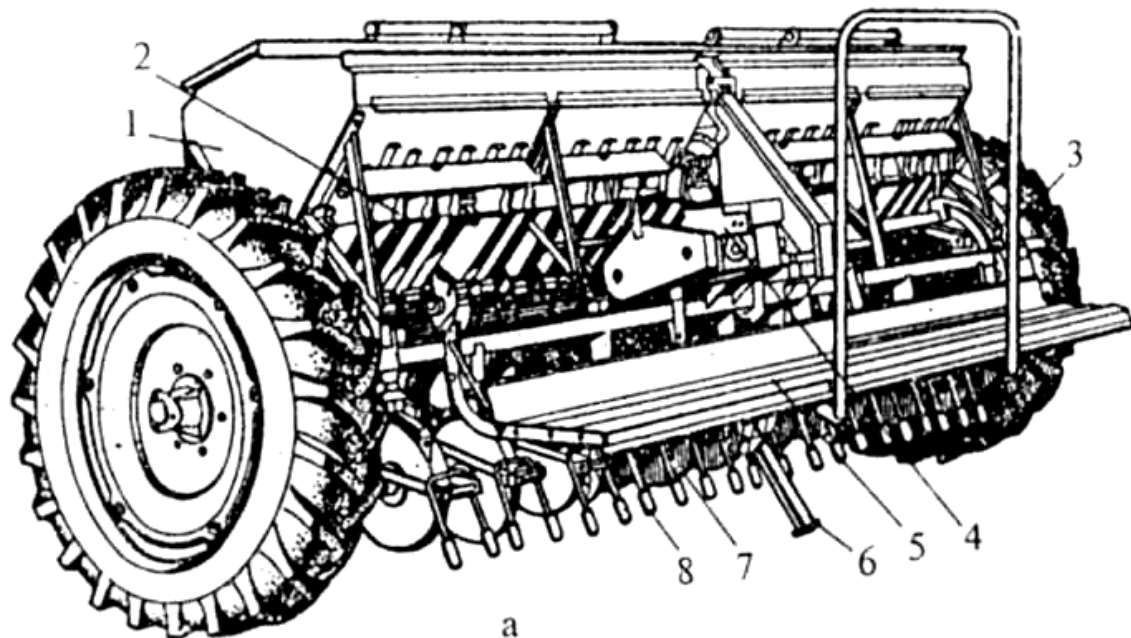


Рис. 3.1. Зернотукова сівалка СЗ-3.6А: а - загальний вигляд; б - схема функціональна; 1 - зернотуковий ящик; 2 - висівний апарат для туків; 3 - опорно-приводне колесо; 4 - коробка передач; 5 - підніжна дошка; 6 і 14 - підставки; 7 - сошник задній; 8 - загортач; 9 - відділення ящика для добрив; 10 - лоток; 11 - насіннепроводи; 12 - сошник передній; 13 - рама; 15 - причіпний пристрій; 16 - гідроциліндр; 17 - насінне висівний апарат

Під час руху сівалки, опорно-приводні колеса (3) через передавальний механізм (4) приводять у рух насінневисівні (17) та туківисівні (2) апарати.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВГ 00.000 ПЗ

Арк.

Котушки цих апаратів ефективно захоплюють насіння та добрива відповідно, подаючи їх до гумових гофрованих насіннепроводів (11). Далі насіння разом із добривами надходить до дискових сошників (7, 12).

Завдяки спеціально розробленим напрямним пластинам сошників забезпечується точне розподілення посівного матеріалу разом з добривами безпосередньо на дно борозни, яка формується дисковими робочими органами цих сошників. Процес закриття насіння ґрунтом здійснюється двоетапно: спочатку відбувається природне осипання земельних стінок борозни, а остаточне загортання виконується спеціальними загортувальними пристроями (8).

Технічні характеристики сівалки включають робочу ширину захвату 3,6 метра. Регулювання глибини проникнення сошників можливе в межах від 4 до 8 сантиметрів. Місткість зернового відсіку становить 453 кубічних дециметра, тоді як туковий відсік має об'єм 212 кубічних дециметра. Рекомендована експлуатаційна швидкість машини досягає 12 кілометрів на годину, що дозволяє досягти продуктивності обробки до 3,6 гектара за годину роботи.

Контроль норми висівання насінневого матеріалу забезпечується шляхом коригування довжини активної частини катушкових механізмів та регулювання швидкості їх обертального руху. Дозування гранульованих мінеральних добрив контролюється через зміну частоти обертання катушок туковисівальних механізмів, а також використання регульовальних заслінок.

Налаштування глибини проникнення сошників здійснюється за допомогою гвинтового механізму регулятора глибини, при цьому стабільна робота сошників забезпечується оптимальним стисненням пружинних елементів натискних штангових систем.

3.1.2. Літературний огляд будови та роботи сошників та сівалок

Сошник представляє собою ключовий робочий елемент посівного обладнання. Його головна функція полягає у створенні рівномірної борозни в земельному покриві, прецизійному розміщенні посівного матеріалу та

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мінеральних добрив на дні утвореної борозни, з подальшим частковим покриттям їх зволженим ґрунтовим шаром.

Високоєфективні сошникові системи мають забезпечувати створення однотипних борозен із стабільним профілем та встановленою глибиною обробки. При цьому категорично неприпустимо піднімання глибинних ґрунтових горизонтів на поверхню оброблюваної ділянки, оскільки це призводить до значних втрат накопиченої вологи. Дно утвореної борозни після проходження робочого органу має характеризуватися достатнім ущільненням, тоді як насінневий матеріал повинен розподілятися максимально рівномірно. Конструктивні особливості сошника мають гарантувати якісне засипання посівного матеріалу зволженим ґрунтовим покривом.

В агротехнічній практиці на сівальному та садильному обладнанні застосовуються різноманітні модифікації сошників, серед яких виділяють наральникові типи (включаючи анкерні, кілеподібні, полозоподібні, трубчасті та лапові варіанти) та дискові конструкції.

Анкерна модифікація сошника (рис. 3.2, а) конструктивно включає насінневу лійку (трубчастий елемент) (4), наральник (передню частину) (1) та опорний кронштейн (2). В процесі переміщення робочого органу передня частина (1) створює борозну, при цьому переміщуючи на поверхню нижні ґрунтові прошарки.

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

покрив (менше 90°). Їх раціонально використовувати для обробки ділянок, очищених від бур'янової рослинності та органічних залишків, з добре розпушеними ґрунтами та оптимальними показниками вологості.

Регулювання глибини проникнення анкерних сошників (в діапазоні 4-7 сантиметрів) здійснюється через установаження спеціалізованих вантажних елементів та коригування кута входу передньої частини в земельний покрив.

Кілеподібна конструкція сошника (рис. 3.2, б, в, г) включає загострену металеву пластину (кіль) (6) разом з насінневою лійкою (5). Кілевий елемент розсікає ґрунтову структуру, відводить земельну масу в латеральних напрямках, створюючи перемішування ґрунтових частинок у вертикальному напрямку від поверхні донизу, одночасно ущільнюючи дно сформованої борозни. Кілеподібні робочі органи характеризуються тупим кутом проникнення в земельний покрив (понад 90°) та формують вузькопрофільні борозни. Такі сошники переважно монтують на зерно-трав'яному, льонарському, буряковому та іншому посівному обладнанні.

Окрім анкерних та кілеподібних, у сучасних сівалках застосовується широкий спектр інших типів сошників, кожен з яких має свої особливості та призначення.

Лапові сошникові системи (рис. 3.2, е, є) відрізняються присутністю стрілоподібних лап (13 і 20) в нижній секції конструкції. В робочому процесі лапа здійснює підрізування та розпушування ґрунтового покриву, тоді як через трубчастий канал під лапою транспортується посівний матеріал та мінеральні добрива. Посів з використанням цих пристроїв реалізується рядковою методикою. Їх також використовують для смугового висівання: з цією метою під лаповим елементом фіксують конусоподібний розподільний механізм, який розсіює насіння разом з добривами в ґрунтовому покриві смугою шириною 10-14 сантиметрів. Подібні сошники часто монтують на сівальному обладнанні, розробленому для роботи по стерньовому покриву.

Трубчаста модифікація сошника (рис. 3.2, ж) конструктивно містить трубчастий елемент (4) та наральникову частину (носок) (22). Сошник з'єднується з рамною конструкцією через шарнірний механізм і обладнується

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пружинною системою. Під час переміщення робочого органу його передня частина разом з нижньою секцією створюють борозну. Завдяки пружинному механізму сошник здійснює вібраційні рухи, що забезпечує його автоматичне очищення від ґрунтових частинок та органічних залишків.

Дводисковий однорядковий сошник (рис. 3.3, а, б) має чавунний корпус з розтрубом (4) та два плоскі диски (1), встановлені під кутом 10° один до одного, а також повідець. Кожен диск обладнаний чавунною маточиною, у якій запресований підшипник, встановлений на осі, що вкручена в корпус.

Для запобігання осьовому зміщенню диск фіксується шайбами та гайкою. З внутрішньої сторони в маточинній частині запресовується спеціальна манжета, тоді як із зовнішньої сторони встановлюється захисний ковпачок з еластичним гумовим кільцем. У передньому сегменті до корпусної конструкції кріпиться повідець (6), а в задній секції монтується напрямна пластина (2), що забезпечує точне спрямування посівного матеріалу на дно сформованої борозни. За корпусом за допомогою притискного механізму та двох гвинтових з'єднань фіксуються очисні пристрої (3), які призначені для видалення налиплих ґрунтових часток з дискових поверхонь.

Дводисковий дворядковий сошник (рис 3.3, в) формує міжряддя шириною 6,5-8,5 см. Його конструкція передбачає два диски, розташовані під кутом 18° на спільній осі. Точка зближення дискових елементів локалізується в передній секції сошника на горизонтальному діаметральному рівні, що дозволяє одночасно формувати дві паралельні борозни. Спеціалізований розділювальний механізм у розтрубній частині між дисками розподіляє насінневий потік на два окремі струмени, направляючи їх в обидві утворені борозни. Подібні сошникові системи переважно встановлюються на зернових вузькорядних сівальних агрегатах.

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

осьовій частині кронштейна та герметизуються манжетними ущільнювачами разом із захисним ковпачком. Очисний пристрій виконує критично важливу функцію, забезпечуючи видалення ґрунтових накопичень з дискової поверхні та запобігаючи передчасному закриттю борозни. Дисковий елемент позиціонується під кутом 8° відносно напрямку переміщення (кут атаки) і відхиляється від вертикального положення (кут крену) на 20°.

До ключових функцій сошників належать:

- Утворення відкритої борозни: Це досягається розрізанням та розсуванням верхнього шару ґрунту на необхідну глибину, з формуванням оптимального профілю та щільності дна борозни.
- Підтримка борозни у відкритому стані: Сошник має утримувати борозну відкритою протягом певного часу, забезпечуючи сприятливі умови для укладання насіння на її дно.
- Загортання насіння: Надійне закривання насіння на дні борозни ґрунтом.

Сівальні агрегати прямого посіву часто комплектуються додатковими системами для внесення мінеральних добрив, а також механізмами для висівання трав'янистих культур, що слугують захисним рослинним покривом.

За принципом механічного впливу на ґрунтову структуру сівалки прямого посіву класифікуються на обладнання з пасивними та активними робочими органами.

Наприклад, ірландський виробник Parmiter Moore створив причіпну сівальну машину з пасивними робочими елементами, що характеризується шириною обробки 3 і 4 метри (рис. 3.4). Подібний технологічний підхід застосовано також у сівалці SD 300, розробленій французькою компанією.

В конструктивних рішеннях окремих сівалок прямого посіву реалізована концепція "тридискового" сошника. Це означає, що на одному поведковому елементі послідовно розміщуються ріжучий диск разом з дводисковим сошником. Яскравим зразком такого обладнання є причіпна сівалка MF 130 виробництва компанії Massey Ferguson, оснащена боковими опорно-приводними колісними системами.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МВГ 00.000 ПЗ

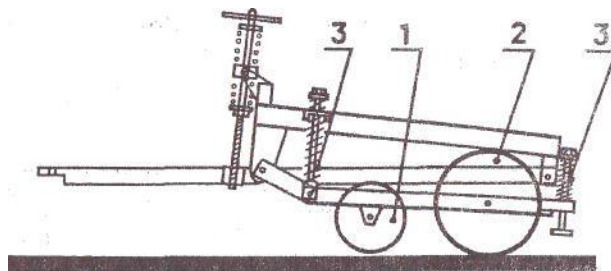


Рис. 3.4. Схема секції з пасивними робочими органами фірми Parmiter Moore: 1 – однодисковий сошник; 2 – прикочувальний коток; 3 – пружини для забезпечення копіювання ґрунту

Сучасне сільське господарство вимагає від посівної техніки максимальної адаптації до динамічних умов робочого середовища, які постійно змінюються за ймовірнісними законами. Ця потреба є рушійною силою для створення нового покоління зернових сівалок, що ґрунтуються на декількох ключових принципах:

- Інноваційні технології та технічні рішення: Розробка та впровадження передових методів посіву зернових і просапних культур, спрямованих на підвищення продуктивності, збереження ресурсів та вологи. Особлива увага приділяється захисту ґрунтів, екологічній безпеці та інтеграції нових фізичних методів обробки сільськогосподарських матеріалів.

- Оптимізація робочих органів: Підвищення якості, продуктивності та надійності робочих органів сівалок. Це включає зменшення матеріалоємності та енергоємності технологічних процесів, що сприяє зниженню експлуатаційних витрат.

- Блочно-модульний принцип: Використання універсальних транспортно-несучих систем для створення не лише посівних, а й багатоопераційних машин різних типорозмірів. Такий підхід забезпечує гнучкість та універсальність техніки.

- Комп'ютерне проектування: Застосування нових принципів проектування з використанням сучасних комп'ютерних технологій, що дозволяє оптимізувати конструкцію та функціонал сівалок ще на етапі розробки.

Критерії оцінки сучасних сівалок в Україні

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В умовах поточного економічного стану українського сільського господарства, при порівняльній оцінці сівалок варто звертати увагу на такі критерії:

- **Якість сівби:** Ключовий показник, що відображає рівномірність розподілу насіння по площі живлення.
- **Надійність:** Здатність сівалки стабільно виконувати технологічний процес сівби без збоїв.
- **Продуктивність:** Ефективність роботи машини, яка не повинна досягатися за рахунок погіршення якості сівби. Важливо пам'ятати, що перевищення оптимальних швидкостей висіву для багатьох сівалок є неприпустимим, оскільки це негативно впливає на технологічний процес.
- **Комбінованість:** Можливість сівалки інтегрувати додаткові функції, наприклад, для одночасного внесення стартової дози добрив. Це гарантує точне розміщення поживних речовин у зоні розвитку кореневої системи, що часто є єдиним джерелом підживлення для культури протягом сезону.
- **Універсальність:** У світлі обмежених фінансових можливостей агропідприємств, універсальні сівалки, здатні працювати з різними культурами та технологіями, мають значні переваги над вузькоспеціалізованими моделями.
- **Вартість:** Ціна сівалки повинна відображати її здатність повністю відповідати вищезазначеним вимогам, адже технологія сівби є фундаментальною для майбутнього врожаю, і помилки тут практично неможливо виправити без значних втрат.

Аспекти конструкції та роботи сівалок

Зернові сівалки традиційно забезпечують рядковий або смуговий посів. Дослідження їхніх конструкцій є важливим для розробки робочих органів, що забезпечують кращу рівномірність розподілу насіння по площі живлення.

Стерньові сівалки та технологія стерньового посіву поки що не набули широкого поширення в Україні. Це пов'язано зі збільшеним міжряддям (22 см), що може призводити до потенційних втрат врожаю порівняно з традиційними методами. Існуючі конструкції їхніх сошників часто недосконалі, оскільки не

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МВГ 00.000 ПЗ				

насіння та динаміки рослинного розвитку. Стеблостій після проведення такої сівби характеризується більш вирівняною висотою рослин.

3.2. Технологічні розрахунки

Сошник: ключовий елемент загортальної системи та його вплив на якість посіву.

Базовим у будь-котрій загортальної системи це сошник, що виконує фундаментальну функцію – створення відкритої борозни для точного розміщення посівного матеріалу на задану глибину. Ефективність цього технологічного процесу значною мірою визначається конструктивними параметрами передньої секції сошника, яка безпосередньо відповідає за розсікання ґрунтового шару.

Механізми утворення борозни та капілярний ефект

Для забезпечення оптимального вологозабезпечення насіння критично важливо сформувати ефективну мережу капілярів. Це досягається ущільненням дна борозни, що може бути реалізовано різними способами:

Сошники з тупим кутом проникнення та з гострим кутом входження по-різному впливають на цей робочий процес.

У полозоподібних сошникових конструкціях для ущільнення дна борозни між щоківними елементами часто встановлюють спеціалізовану ущільнювальну п'ятку або котковий механізм.

Існують три основні методи формування борозни, кожен з яких має специфічні характеристики:

Переміщення ґрунту в передньому, верхньому та бічних напрямках практично без ущільнення донної частини: характерне для сошників з гострим кутом проникнення (долотоподібного типу).

Основними конструктивними параметрами сошника є геометрична форма

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Розсування ґрунтової маси в боки та вниз: Характерний для килеподібних і полозоподібних сошників. Цей метод призводить до помітного ущільнення дна та стінок борозни.

2. Розсування ґрунту в боки з незначним рухом часток ґрунту вгору: Типовий для дискових сошників.

3. Переміщення ґрунту вперед, вгору та бічних напрямках практично без ущільнення донної частини: характерне для сошників з гострим кутом проникнення (долотоподібного типу).

Основними конструктивними параметрами сошника є геометрична форма та розміри його розкривного елемента, будь то наральник, диск, полозок чи долото.

Динаміка руху насіння: від висівного апарату до донної частини борозни

Процес падіння зернини від висівного апарату до донної частини борозни є складним і супроводжується численними ударами об внутрішні поверхні насіннеспрямовуючої коробки, а потім об поверхню самої борозни.

Дослідження траєкторії руху насінини в області сошника спрямовані на встановлення ключових аналітичних залежностей між масою, швидкістю та силою удару зерна. Вони також мають на меті виявити, як форма кривої напрямника впливає на швидкість та силу удару зерна як по поверхні напрямника, так і по дну борозни.

Модель переміщення насінини може бути розглянута як послідовність зіткнень із похилою поверхнею (рис. 3.6). Це дозволяє визначити швидкість зерна на початку та в кінці частково пружного удару, враховуючи коефіцієнт відновлення.

У дослідженнях з вивчення залежності сили ударного впливу зерна на дно борозни від швидкісних параметрів кут нахилу площини напрямного елемента залишався сталим (15°), тоді як висота вільного падіння змінювалася в діапазоні від 5 до 10 сантиметрів.

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

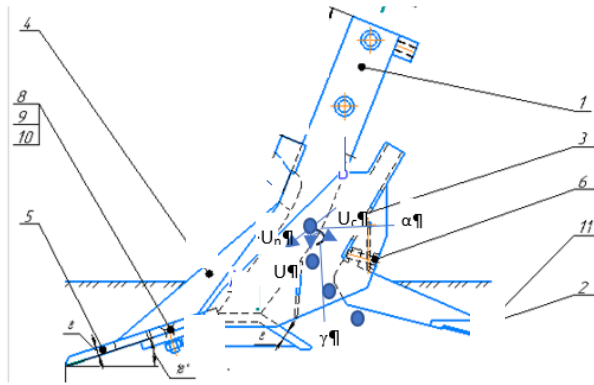


Рис. 3.6. Схема переміщення насінини по насіннеспрямуючій коробці

Теоретичні дослідження виходять з необхідності визначити загальні аналітичні закономірності траєкторії польоту насіння від сошничкової системи до борозни. Що, у свою чергу, дозволяє обґрунтувати певні параметри модернізованого сошника, що можуть бути уточнені згодом та підтвержені експериментальними дослідженнями.

3.2.1. Дослідження траєкторії руху насінини в області сошника

Процес падіння зернових частинок супроводжується їх ударними контактами з внутрішньою поверхнею насіннеспрямувальної коробки, а згодом з поверхнею сформованої борозни.

Метою проведених досліджень є визначення основних аналітичних взаємозв'язків між масою, швидкістю і силою ударного впливу зернових частинок, а також з'ясування впливу форми кривої траєкторії на швидкість і силу удару зерна по поверхні напрямного елемента і по донній частині борозни.

Процес переміщення насінневої частинки можна розглядати як процес її співудару з нахиленою поверхнею (рис. 3.6).

Тут можна визначити швидкість зерна на початку і в кінці частково пружного удару при коефіцієнті відновлення K_v

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Швидкість руху зернини на початку удару:

$$V_n = V \cdot \cos \alpha, \quad (3.1)$$

$$V_c = V \cdot \sin \alpha. \quad (3.2)$$

Швидкість руху зернини в кінці частково пружного удару:

$$U_n = -K_\epsilon \cdot V \cdot \cos \alpha, \quad (3.3)$$

$$U_c = V \cdot \sin \alpha. \quad (3.4)$$

Кут відбиття γ визначаємо із відношення проєкцій швидкостей: γ

$$X_g \gamma = \left| \frac{U_\tau}{U_n} \right| = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{K_\epsilon}. \quad (3.5)$$

Звідси:

$$K_\epsilon = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \gamma}. \quad (3.6)$$

Коефіцієнт відновлення K_ϵ при частково пружному ударі легко визначити експериментальним шляхом через вираз:

$$K_\epsilon = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}, \quad (3.7)$$

де h_2 - висота підйому насінини після удару; h_1 - висота вільного падіння зернини.

Розглянемо удар зерна по поверхні дна борозни в кінці руху по напрямнику. Диференційні рівняння руху зерна будуть мати вигляд:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} - m \cdot g \cdot \sin \alpha + F_m = 0;$$
$$m \frac{d^2 y}{dt^2} - m \cdot g \cdot \cos \alpha - N = 0; \quad (3.8)$$

$$I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = F_m \cdot r,$$

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де F_m - сила тертя кочення; I - момент інерції зерна відносно осі обертання;
 N - нормальна реакція дна борозни.

Вирішуючи рівняння (3.2) з врахуванням початкових умов ($V = V_1$; $x = 0$;
 $K_6 = 0,715$), одержимо:

швидкість:

$$V_\tau = (0,715 \cdot g \cdot t + \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1}) \sin \alpha; \quad (3.9)$$

шлях:

$$x = (0,357 \cdot g \cdot t^2 + t \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1}) \sin \alpha. \quad (3.10)$$

Таким чином, траєкторія руху насінини в вертикальній площині є парабола.

При знаходженні залежності сили удару зерна по дну борозни від швидкості кут α нахилу площини напрямника приймався постійним і рівним 15° . Висота вільного падіння змінювалась від 5 до 10 см.

До задач роботи, а саме визначити загальні аналітичні залежності руху зернин від сошника в борозну, які потім можуть бути уточнені експериментальними дослідженнями. Отже, обґрунтовані деякі параметри модернізованого сошника.

3.2.2. Розрахунки вильоту маркерів

Маркери і слідоуказателі необхідні на сівалці для забезпечення стійких міжрядь між проходами сівалки й прямолінійності рядків. Маркер - це сферичний диск та висувна штанга. Під час руху посівного агрегату на недосіяному полі, диск маркера створює неглибоку борозну.

Щодо наступного проходу агрегата - колесо праве переднє (гусениця) трактора або грузила (стрічка) слідопажчика направляються трактористом по сліду маркера. Параметр вильоту маркерного пристрою (а саме відстань від його

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дискового елемента до центральної частини крайнього сошника) визначається за відповідною формулою розрахунку.

- для маркера правого

$$L_{\text{прав}} = \frac{B_p + B_c - c}{2}, \text{ м}$$

$$L_{\text{прав}} = \frac{10,8 + 0,15 - 1,2}{2} = 4,8 \text{ м}$$

- для маркера лівого

$$L_{\text{лів}} = \frac{B_p + B_c + c}{2}, \text{ м}$$

$$L_{\text{лів}} = \frac{10,8 + 0,15 + 1,2}{2} = 6,07 \text{ м}$$

де B_p – робоча ширина захвату посівного агрегату, м;

B_c – ширина стикового міжряддя, м;

c – відстань між серединами передніх коліс трактору чи внутрішніми (зовнішніми) кінцями гусениць, м.

3.2.3. Розрахунки деталей на міцність

Розрахунок гвинтового з'єднання на зріз та зминання (рис.3.7). На зріз гвинт розраховуємо по формулі:

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot [\sigma_p] \geq P.$$

Звідси можна визначити діаметр:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot [\sigma_p]}}$$

де P – сила, яка діє вздовж осі гвинта ($P = 0,7 \text{ кН}$);

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

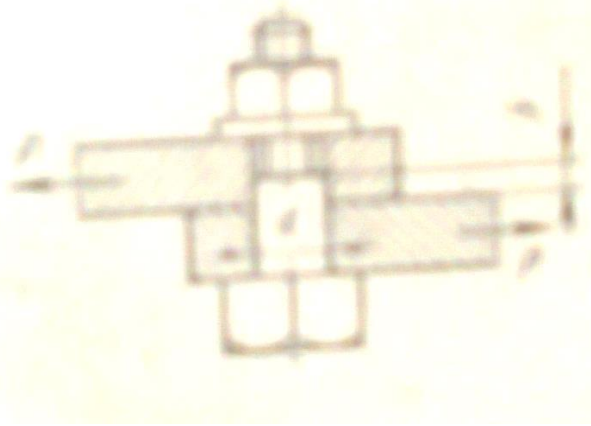


Рис. 3.7. Гвинтове з'єднання

d - внутрішній діаметр різьби;

$[\sigma_p]$ - допустиме напруження при розтягу $[\sigma_p] = 900 \text{ кгс/см}^2$;

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 700}{3,14 \cdot 900}} = 0,9 \text{ см} \approx 8 \text{ мм}$$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Особливі вимоги до персоналу та підготовки

Робота з посівними агрегатами, зокрема з сівалкою СЗ, несе в собі низку потенційних небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Щоб уникнути травматизму та негативного впливу на здоров'я, необхідно дотримуватись правил техніки безпеки.

Категорично заборонено залучати до роботи з добривами та протруєним посівним матеріалом осіб, які не досягли 18-річного віку, а також вагітних жінок та матерів, що перебувають у періоді грудного вигодовування. Усі працівники, залучені до роботи з добривами, обов'язково мають пройти медичне обстеження.

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимоги до технічного стану сільськогосподарських машин. Сільськогосподарські машини повинні бути справними, відрегульованими і повністю укомплектовані інструментом, захисним огороженням і пристроями. Не допускається при періодичному технічному обслуговуванні і технічному регулюванні елементів-ланцюгового і пасового приводів машин знімати захисну огорожу і не встановлювати її на місце. Причіпні машини, знаряддя з'єднують жорстким причіпним пристроєм, щоб не було їх наїзду на трактор. Ходові й опорні колеса сільськогосподарських машин, котки сівалок, дискові сошники, борони й луцильники обладнують чистиками. Кришки ящиків для насіння зернових сівалок, банок туковисівних апаратів, культиваторів-підживлювачів та інших машин щільно закривають, а заціпки надійно утримують їх, не допускаючи самовільного відкриття під час руху агрегату. На тукових і комбінованих сівалках необхідно зробити попереджувальні написи. Відстань від підніжки до верхнього краю ящика або банки не повинна перевищувати їм. При агрегуванні з начіпною машиною що приводиться в дію від ВВП трактора, карданний вал обов'язково огорожують металевим кожухом, а якщо вал не використовується, то вільний кінець закривають ковпаком.

Сільськогосподарські машини і знаряддя повинні буди зручними при агрегуванні, надійними в роботі і безпечними при обслуговуванні.

Сучасні зернові сівалки в основному відповідають вимогам охорони'праці. При їх розробці передбачено цілий ряд приладів та механізмів, які застосовуються для захисту працівників від травм, сприяючих покращенню умов праці тракториста, поліпшені також такі якості як керування, маневреність сівалки.

Але разом і тим цей агрегат і об'єктом підвищеної' небезпеки, що потребує особливого підходу до розробки заходів по охороні праці, дотримання- правил безпечної праці та пожежної безпеки.

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Гречка — це, з одного боку, однорічна трав'яниста рослина з родини гречкових, а з іншого - круп'яна культура. Вона єдина в групі зернових незлакова культура.

Гречка, завдяки інтенсивному росту і пригніченню бур'янової рослинності під щільним листостебловим покривом, є відмінним попередником для інших сільськогосподарських культур. Після збирання гречки ґрунтовий покрив залишається в розпушеному стані, ефективно зберігає вологу, тоді як поживні органічні рештки покращують його родючість завдяки калію та іншим поживним елементам.

Гречка віддає перевагу родючим ґрунтам, очищеним від бур'янів ділянкам. За сприятливих агрокліматичних умов на таких площах можливо отримати досить високі врожайні показники. Водночас її можна охарактеризувати як досить адаптивну культуру, яка розвиватиметься навіть на збіднених ґрунтах.

Наукові дослідження та різноманітність сільськогосподарських машин для вирощування зернових підкреслюють постійний пошук інженерних рішень для підвищення ефективності та якості, зокрема посіву, в сучасному сільському господарстві.

Проаналізовано типову технологію вирощування гречки, розробка технологічної карти на вирощування та збирання цієї культури та визначено основні тенденції інноваційного розвитку її. В інженерній частині було проведено літературний та патентний аналіз конструкторських особливостей різноманітних сошникових систем, а також різних типів сівальних машин, який вплинув на рішення впровадити модернізацію сівалки, застосувавши долотоподібний сошник. В бакалаврській роботі були проведені технологічні і силові розрахунки. Визначені заходи з охорони праці.

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бірта Г.О., Бургу Ю.Г. Основи рослинництва і тваринництва. Навчальний посібник, 2013. – 338 с. www.tbems.puet.edu.ua
2. Кабанець В. Технологія вирощування гречки (2020)
<https://superagronom.com/articles/347-tehnologiya-viroschuvannya-grechki>
3. Кононенко, Л., Сисоліна, І., Сисоліна, Н. Формування стратегії підприємствами агропромислового комплексу в умовах циркулярної економіки. Економічний простір, (184), 2023. 91-94.
<https://doi.org/10.32782/2224-6282/184-15>
<http://prostir.pdaba.dp.ua/index.php/journal/article/view/1238>
4. Котович Х. Вирощування гречки в Україні: технологія та рентабельність
<https://agroelita.info/vyroschuvannia-hrechky-v-ukraini-tekhnohiiia-ta-rentabelnist/>
5. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г.Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін. – К.: Вища освіта, 2005. – 464с.
6. Сисоліна І.П. Сучасні тенденції системи землеробства. Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький : ЦНТУ, 2023. С. 195–196. URL: <https://sgm.kntu.kr.ua/naukova-diiialnist/konferentsii>
7. Сисоліна І.П., Сисоліна Н.П. Стратегічні напрями управління інноваційним розвитком агробізнесу в умовах цифрової економіки. Socio-economic transformations and priorities for innovative development in the context of digitalisation and globalisation : Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024. 728 p. PP. 421-441
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-448-1>
8. Сисолін П.В. Звичайні підходи по створенню універсальних вітчизняних сівалок для сівби зернових культур. – Кіровоград: КОД, 2008. – 84 с.

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1: Машини для рільництва; за заг.ред. М.І. Черновола. К.: Урожай, 2001 – 384с.

10. Сисолін П.В., Свірень М. О. Висівні апарати сівалок. – Кіровоград, 2004.

11. Технологія вирощування гречки в Україні на 2025

<https://agroexp.com.ua/uk/tehnologiya-vyiraschivaniya-grechih-grechki-v-ukraine>

					МВГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		