

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Краузе Дмитро Карпович**

**УДК 631.31**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОСІВНОЇ  
СЕКЦІЇ З ДИФЕРЕНЦІЙНОЮ ГЛИБИНОЮ СІВБИ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело  
\_\_\_\_\_ Краузе Д.К.

**Керівник роботи**

**Білецький В.Р.**

кандидат технічних наук, доцент

**Житомир – 2023**

## АНОТАЦІЯ

**Краузе Дмитро Карпович. Обґрунтування параметрів посівної секції з диференційною глибиною сівби.** – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В магістерській роботі розроблено технологію прямого висіву з обґрунтуванням геометричних параметрів борозни для висіву насіння, яка забезпечує сприятливий ріст і розвиток рослин, що зумовило застосування нової конструктивно-технологічної схеми комбінованої посівної секції. Вона являє собою сукупність робочих органів, які одночасно виконують кілька різних операцій: опорне колесо, прорізний диск, анкерний сошник із висівною трубкою насіння і добрив, прикочувальне колесо. Для забезпечення найкращих умов для копіювання мікрорельєфу поверхні ґрунту використовується паралелограмний механізм. Опорне колесо з метою забезпечення диференційованої глибини борозни для висіву насіння у вологий шар ґрунту доцільно розміщувати перед сошником, зблокувавши його з прорізним диском.

Обґрунтовано конструктивні параметри комбінованої посівної секції, що становлять: довжину тяг паралелограмного механізму 362 мм; їхній кут установлення 55...60 град., відстань між анкерним сошником та віссю опорного колеса не більш як 600 мм; діаметри прорізного диска 470 мм, опорного та коткування коліс 390 і 450 мм. Величина сили підтиснення пружини опорного колеса регулюється в межах від 1,3 до 1,7 кН, а прикочувального колеса від 0,9 до 1,4 кН. За встановлених параметрів комбінованої висівної секції за глибини ходу сошників від 50 до 150 мм забезпечує глибину загортання насіння в межах 40-50 мм, виконуючи всі вимоги технологічної працездатності.

*Ключові слова: посів, секція, диск, сошник, прикочувальне колесо, глибина.*

## ANNOTATION

**Krause Dmutro Karpovuch. Justification of the parameters of a sowing section with differential sowing depth.** – *Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 Agricultural Engineering.  
– Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

In the master's thesis, a direct seeding technology was developed with justification of the geometric parameters of the seed furrow, which ensures favourable growth and development of plants, which led to the use of a new design and technological scheme of the combined sowing section. It is a set of working bodies that simultaneously perform several different operations: a support wheel, a slotting disc, an anchor coulter with a seed and fertiliser tube, and a packer wheel. A parallelogram mechanism is used to ensure the best possible conditions for copying the microrelief of the soil surface. In order to ensure a differentiated furrow depth for sowing seeds into the wet soil layer, it is advisable to place the support wheel in front of the coulter, locking it with the slotting disc.

The design parameters of the combined sowing section are substantiated, which are: the length of the rods of the parallelogram mechanism is 362 mm; their installation angle is 55...60 degrees, the distance between the anchor coulter and the axis of the support wheel is no more than 600 mm; the diameters of the slotting disc are 470 mm, the support and rolling wheels are 390 and 450 mm. The spring force of the support wheel can be adjusted from 1.3 to 1.7 kN, and that of the packer wheel from 0.9 to 1.4 kN. With the set parameters of the combined sowing section at a coulter stroke depth of 50 to 150 mm, it provides a seeding depth of 40...50 mm, fulfilling all the requirements of technological efficiency.

*Keywords: sowing, section, disc, coulter, packer wheel, depth.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ СОШНИКІВ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК ТА ХАРАКТЕРИСТИКА СІВАЛОК ПРЯМОГО ПОСІВУ.....	8
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОСІВНОЇ СЕКЦІЇ З ДИФЕРЕНЦІЙНОЮ ГЛИБИНОЮ СІВБИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	28
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Відповідно до стратегічних пріоритетів у сфері реалізації Державної програми розвитку сільського господарства необхідно забезпечити підвищення обсягів сільськогосподарської продукції, отриманої за рахунок застосування нових технологій сівби та обробітку сільськогосподарських культур.

Нині в деяких природно-кліматичних зонах набуває поширення нульова технологія вирощування сільськогосподарських культур. Глобального значення вона набула завдяки своїм екологічним та економічним перевагам, що проявляються у запобіганні деградації ґрунту, підвищенні його родючості та у значному зниженні виробничих витрат за рахунок скорочення агротехнічних операцій.

Відомо, що на ефективність проведених агротехнічних прийомів і продуктивність рослин впливає вологозабезпеченість оброблюваних культур. Кількість продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту впливає на повноту сходів, збереження та їхню виживаність. У посушливі роки зволожені шари ґрунту залягають на глибині 8-10 см і більше. За використання машин із лаповими та дисковими сошниками висів насіння відбувається фактично в пересушені шари ґрунту, що негативно позначається на схожості та згодом на врожайності сільськогосподарських культур.

Таким чином, розробка нового способу посіву насіння у вологий ґрунт для підвищення його польової схожості з обґрунтуванням конструктивних і технологічних параметрів робочих органів сівалок є актуальною темою дослідження.

**Об'єкт дослідження** – технологічний процес забезпечення диференційованої глибини борозни для висіву насіння комбінованою посівною секцією.

**Предмет дослідження** – взаємозв'язок агротехнологічних показників загортання насіння з конструктивно-технологічними параметрами комбінованої посівної секції за диференційованої глибини борозни для забезпечення вологою корневих систем рослин.

**Метою** роботи є підвищення польової схожості насіння, забезпечення сприятливого росту та розвитку рослин у вегетаційний період на основі диференційованої глибини борозни для їх висіву у вологий ґрунт.

У зв'язку з поставленою метою в цій роботі вирішувалися такі науково-практичні завдання:

- обґрунтувати конструктивні параметри комбінованої посівної секції та встановити їхній вплив на її технологічні та енергетичні показники роботи;
- розробити технологію прямого посіву та конструктивно-технологічну схему комбінованої посівної секції, що забезпечує диференційовану глибину борозни для висіву насіння.

**Методи наукового дослідження.** Дослідження розробленої комбінованої посівної секції проводили на основі методологічних принципів наукового пізнання: об'єктивності, всебічності та конкретності.

Під час обґрунтування технологічного процесу сівби, конструктивно-технологічних параметрів комбінованої посівної секції використовували закони механіки, систему прийомів обробітку культурних рослин, економіко-математичне моделювання, критерії ресурсозбереження під час виробництва продукції рослинництва.

Лабораторні та виробничі дослідження, обробку їх результатів проведено із застосуванням сучасних повірених приладів та математичної статистики.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Краузе Д.К.** Огляд конструкцій сошників зернових сівалок. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і

знарядь», 5 квітня 2023 року Житомир: Житомирський агротехнічний фаховий коледж, 2023. С. 193-194.

2. Білецький В. Р., Краузе Д.К. Обґрунтування параметрів посівної секції з диференційною глибиною сівби. *Збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки"* (17–19 жовтня 2023 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ.. 2023.С. 60-62.

3. Білецький В.Р., Краузе Д.К. Характеристика сівалок прямого посіву. XII Міжнародна науково-технічна конференція «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» (02-20 жовтня 2023 р.). URL: <http://animal-conf.inf.ua/conf.html> (дата звернення 21.11.2023).

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичний інтерес для виробництва представляє розроблена комбінована посівна секція.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 16 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 41 сторінка комп'ютерного тексту, містить 22 рисунки та 2 таблиці.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ СОШНИКІВ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК ТА ХАРАКТЕРИСТИКА СІВАЛОК ПРЯМОГО ПОСІВУ

Робочими органами сівалок є сошники, вдосконаленням конструкцій яких у різні роки займалися багато вчених в Україні та за кордоном. Широко використовуються однодискові та дводискові сошники.

Так, дводисковий сошник використовується у вітчизняних та імпортованих сівалках, таких як СЗП-3,6, СЗ-3,6, а також в імпортованих: 5100 ("Case International", США); 8000 ("John Deere", США); 40 Sex DJ 150 ("Ross", Чехія) та інших.

Одним із недоліків такого сошника є нерівномірність загортання насіння за глибиною через винесення його з дна борозни через захоплення обертовими дисками.

Однодискові сошники за конструкцією можуть бути сферичними, плоскими та з обмежувальними ребордами і використовуються на вітчизняних та імпортованих сівалках: СЗО-3,6; ЛДС-6; 424 ("Massey-Ferguson", США), СД-4 ("Hestair", "Bamlett", Великобританія) тощо.

Їхніми недоліками, на думку А.І. Бараєва, О.Л. Огризкова, є нерівномірність загортання насіння за глибиною та винесення вологого ґрунту на поверхню. М.В. Краснощоків, П.Г. Кулебакін та інші вчені встановили, що для переміщення вологого ґрунту використовуються додаткові енергетичні ресурси трактора.

У сівалках використовують також наральникові сошники, які підрозділяються на анкерні, клиноподібні, кілеподібні, трубчасті та у вигляді стрілочастих лап культиваторів.

Анкерні сошники мають увігнуту робочу поверхню, і під час руху сумарна складова реакція ґрунту заглиблює його в ґрунт. Однак вони мають недоліки: не



забезпечують необхідного ущільнення дна борозни та рівномірність глибини загорання насіння.

Кільовидні сошники забезпечують ущільнення дна борозни, але не забезпечують глибину загорання насіння і забиваються рослинними рештками.

Сошник у вигляді стрілчастої лапи здійснює підгрунтово-розкидний посів насіння й одночасно виконує підрізання бур'янів. Вони рівномірно закладають насіння, але не повною мірою ущільнюють дно борозни.

Для кращого контакту висіяного насіння з ґрунтом на сівалках СЗП-3,6; СТС-2,1; СЗС-2,1; СК-3,6; КФС-3,6 за сошниками після загорання насіння ґрунтом установлюють прикочувальні котки. Проте внаслідок прикочування ґрунт над насінням переущільнюється, волога випаровується швидше, і сходам складніше подолати ґрунтову кірку під час проростання.

Багатьма дослідниками доведено, що для кращого проростання насіння доцільніше ущільнювати дно борозни, а над насінням створювати пухкий мульчувальний шар. Посівні секції таких сівалок складаються з кілеподібних сошників або борознеутворювальних дисків, які формують борозну з ущільненим дном і стінками, та загортача для загорання насіння пухким ґрунтом.

Деякі дослідники запропонували слідом за сошником із насіннепроводом розміщувати прикочувальне колесо, що забезпечує контакт насіння з ґрунтом, а за ним - загортачі для загорання насіння.

Сівалки з бороздоутворювальними сошниками і вдавлювальними котками не забезпечують рівномірного загорання насіння за глибиною. Дотримання технологічного процесу суттєво залежить від якості передпосівного обробітку ґрунту, наявності рослинних решток, вологості ґрунту. Загортачі вирівнюють поверхню поля, що не допускається під час сівби на ерозійнонебезпечних територіях.

Беручи до уваги специфіку технології прямого посіву, для забезпечення необхідних агротехнічних вимог до сошників висуваються вимоги, не типові для

звичайних зернових сівалок. Певною мірою вони узагальнені в роботі С. Дж. Бейкер, К.Е. Сакстон і В.Р. Рітчі.

1. Профіль насінневого ложа має бути сформований так, щоб найкращим чином зберігалася ґрунтова волога.

2. Конструкція посівної секції має забезпечувати добру агротехнічну прохідність машини і не забиватися рослинними рештками.

3. Сошники не повинні затягувати всередину борозенок рослинні рештки, забезпечуючи, таким чином, неможливість їх прямого контакту з насінням.

4. Сошники не повинні переущільнювати ґрунт.

5. Насіннєве ложе має бути закрите після проходу сошника.

6. Має здійснюватися роздільне внесення насіння та мінеральних добрив.

7. Має бути забезпечено максимально можливе копіювання рельєфу ґрунту для забезпечення сталості глибини посіву.

У зв'язку з цим розглянемо детальніше робочі органи сівалок прямого висіву.

У своїх дослідженнях С. Дж. Бейкер, К. Е. Сакстон і В. Р. Рітчі [1] на основі аналізу технологій вказують, що сошники для прямого посіву можна класифікувати, виходячи з профілю борозенки, який вони залишають. Таким чином, можна виділити робочі органи, які залишають V-подібну, перевернуту T-подібну та U-подібну борозенки. Спираючись на це, можна класифікувати досить багато робочих органів для прямого посіву сільськогосподарських культур.

Так, V-подібну борозенку забезпечують головним чином висівні секції з робочими органами дискового типу. Тут можна відзначити насамперед доволі поширені в нас і за кордоном так звані 3-дискові сошники, що містять у собі прорізний диск (доволі часто рифлений) і безпосередньо 2-дисковий сошник (рис. 1.1). Такі робочі органи використовуються, зокрема на Great Plains NTA3310, Salford 520, CC-6000 та ін.

Тридискові сошники вирізняє відносно невеликий тяговий опір. Однак вони демонструють незадовільні показники щодо рівномірності глибини ходу під час роботи на важких ґрунтах із підвищеним питомим опором, також їх не рекомендують використовувати для посіву в умовах дефіциту вологи.



Рис. 1.1. Посівна секція Salford 520.

Також V-подібну борозенку створюють під час сівби однодискові сошники, сошники з дисками різного діаметру та сошники зі зміщенням дисків один відносно одного. Однодискові сошники застосовуються на посівних секціях сівалок John Deere 750a Drill Related (рис. 1.2), сошники зі зміщеним один відносно одного розташуванням дисків застосовуються на сівалках АП-332 (рис. 1.2). Так само, як і у випадку з тридисковим сошником, зазначені робочі органи рекомендується застосовувати за сівби в ґрунт із достатньою кількістю ВОЛОГИ



а



б

Рис. 1.2. Посівні секції з дисковими сошниками: *а* – посівна секція сівалки John Deere 750a Drill Related; *б* – посівна секція сівалки АП-332.

Висів у перевернуту Т-подібну борозенку є відносно новим технологічним прийомом. Низка дослідників рекомендують застосовувати дану технологію для прямого посіву в умовах гострого дефіциту вологи [6]. Такий спосіб сівби здійснюється Т-подібними (крилоподібними) сошниками, які є в певному сенсі компромісним варіантом між сошником лапового типу та анкерним робочим органом. Вони здатні стійко працювати за значної глибини посіву. Дані робочі органи використовуються на посівних машинах DH-730, Vaderstad Seed Hawk Vou, Morris C2 Counter та низці інших (рис. 1.3). Мають місце позитивні відгуки про застосування Т-подібних сошників на прямому посіві. Однак широкого поширення дані робочі органи на даний час не набули.



а



б

Рис.1.3. Посівні секції з дисковими сошниками: а – посівні секції сівалки DH-730; б – Morris C2 Counter

Борозенки U-подібної форми створюють сошники анкерного та лапового типів, а також дискові сошники зі сферичною формою дисків.

Сошники анкерного типу нині набувають дедалі більшої популярності, від дискових сошників їх вигідно вирізняє вища стійкість ходу навіть у разі роботи на важких ґрунтах і можливість висівання в широкому діапазоні глибин. Сошники анкерного типу використовуються на таких посівних машинах, як Amazone Primera DMC-6001, Bourgault 8810, Flexi Coil5000, Morris Concept 2000, Horsch ATD 12.30, ПК Кузбас-А та низці інших (рис. 1.4). Зазначені машини можуть бути використані для прямої сівби, проте їхні посівні секції не мають прорізних дисків, що призводить до утворення під час сівби великогабаритних

борозенок, також під час їхнього використання постає питання з поживними рештками, які за відсутності прорізного диска можуть захоплюватися сошником у борозенку.

Широко поширені на посіві також сошники лапового типу. Їх застосовують на безлічі вітчизняних і зарубіжних посівних машин, таких, наприклад, як СКП-2,1, Salford-580, Flexi Coil5000, Agromaster-12,2 та ін. (рис. 1.5).

Ці робочі органи мають досить хороші показники щодо стійкості ходу, але водночас мають високий тяговий опір, посів ними може супроводжуватися виносом зволжених шарів ґрунту на поверхню, що є неприпустимим за дефіциту вологи. Також машини подібного типу через надлишковий вплив на ґрунт допускається використовувати для прямого посіву за мінімальної технології.



а



б

Рис. 1.4. Посівні секції з анкерними сошниками: а - посівна секція сівалки Amazone Primera DMC-6001; б – посівна секція сівалки Bourgault 8810.

Технологія прямого посіву зернових культур знаходить дедалі ширше застосування порівняно з традиційною. Пряма сівба – це сівба по стерні попередника без заходів із передпосівного обробітку ґрунту. Численними дослідженнями доведено позитивний вплив технології прямої сівби на структурно-агрегатний склад ґрунту, водоміцність і щільність ґрунту, накопичення продуктивної вологи, потенційну і фактичну забур'яненість ґрунту, урожайність вирощуваних культур.



а



б

Рис. 1.5 Посівні секції з анкерними сошниками: а – сошники сівалки СКП-2,1; б – сошники ПК-9,7

Технологія прямого посіву ґрунтується на засадах ґрунтозахисного землеробства, покликаного захистити ґрунт від ерозій і переуцільнення. У зв'язку з цим до посівних машин для прямого посіву, крім вимог до традиційних посівних машин, додатково висуваються вимоги щодо мінімального розпушування та перемішування ґрунту, збереження стерні, полюву та інших рослинних залишків. На рис. 1.5 відображено одну з найпоширеніших вітчизняних стерньових сівалок – СЗС-2,8 [3].

Вона призначена для посіву зернових культур і внесення в ґрунт мінеральних добрив з одночасним підрізуванням стерні та бур'янів і коткуванням ґрунту.

Однопосівний агрегат комплектується з тракторами класу тяги 1,4; двопосівний – класу 3; трипосівний – класу 4; чотирьохпосівний – класу 5.

Сівалка СКП-2,1 використовується для смугового посіву зернових культур, з одночасною культивацією, внесенням мінеральних добрив і коткуванням ґрунту.

Сівалка СКП-2,1 може входити в широкозахватні багатомодульні посівні комплекси (рис. 1.6) [3].



Рис. 1.6. Сівалка зернова стерньова СЗС-2,8 [3].



Рис. 1.7. Широкозахватний посівний комплекс тримодульний (із сівалок-культиваторів СКП-2,1) [3].

За один прохід висівний комплекс виконує розпушування ґрунту зі створенням ущільненого насінневого ложа для насіння та дрібногрудкуватого мульчувального наднасіневого шару ґрунту рівномірної товщини; підрізання бур'янів і винесення їх на поверхню поля, унеможливаючи приживлюваність; розкидний підґрунтовий посів [3].

Сівалка прямого посіву "Берегиня" АП-322 (рис. 1.8) та її модифікації призначені для прямого посіву зернових культур. Дводисковий сошник сівалки має конструкцію зі зміщенням дисків відносно один одного, що дає змогу подрібнювати великий шар рослинних решток. Передсошникові ріжучі диски сошника мають можливість самозагострюватися. Контроль глибини загортання насіння здійснюється знімними ребордами на 2,5; 4 і 6 см. Прикочувальне колесо може використовуватися для контролю глибини посіву в діапазоні 2...9 см [3].



Рис. 1.8 Сівалка прямого посіву АП-322 [3].

На відміну від сівалки АП-322, зернова механічна сівалка ДОН-114 оснащена хвостовиком-пакувальником, який притискає висіяне насіння до ґрунту, забезпечуючи добрий контакт із ґрунтом. Така конструкція замінює вдавлювальні котки, виключаючи їхній недолік викидати насіння з борозни за високої вологості ґрунту [3].

Ґрунтообробні комбіновані агрегати АКП-4 і АКП-7,4 містять у собі важкий культиватор, який оснащений лапами і котками. Агрегати призначені для безпліцевого, передпосівного обробітку ґрунту, а також обробітку парів. Лапи культиватора підрізають бур'яни та розпушують поверхню поля. Котки вичісують підрізані бур'яни, подрібнюють грудки, вирівнюють поверхню поля. При цьому створюють на поверхні шар із мульчі та ущільнене ложе для насіння по ньому [3].

Посівні агрегати фірми GP 1000, фірми Case і Marliss, Monsanto відрізняються тим, що використовують батареї дискових ножів на індивідуальній підвісці із запобіжною пружиною [3].

### **Висновки по розділу**

Усі розглянуті сівалки здебільшого забезпечують дотримання агротехнічних вимог до сівби по стерньовому фоні, проте вони не мають високої продуктивності через малу ширину захвату та високу енергоємність процесу



сівби одночасно з обробітком ґрунту. Зі збільшенням ширини захвату виникає потреба в потужніших енергетичних засобах.

Виходячи з проведеного аналізу, можна зазначити, що для прямого посіву використовується досить широкий спектр робочих органів. Підсумовуючи окремі переваги та недоліки сошників, можна резюмувати, що для прямої сівби за нульової технології на важких ґрунтах за дефіциту вологи найдоцільніше використовувати анкерні сошники. Водночас анкерні сошники, які використовують нині на сівалках, не повною мірою задовольняють вимогам до посіву за нульовою технологією. Так, на основній масі машин з анкерними сошниками відсутній прорізний диск. Він обмежує потрапляння рослинних решток до насінневого ложа і зменшує габарити борозенки, що відкривається, не допускаючи, таким чином, винесення зволжених шарів ґрунту на поверхню. Не належним чином забезпечується копіювання мікрорельєфу ґрунту.

## РОЗДІЛ 2

### ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОСІВНОЇ СЕКЦІЇ З ДИФЕРЕНЦІЙНОЮ ГЛИБИНОЮ СІВБИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Посівна секція, що розробляється, являє собою сукупність робочих органів, які одночасно виконують кілька різних операцій: опорне колесо, прорізний диск, анкерний сошник із висівною трубкою насіння та добрив, колесо коткування. Для забезпечення плоскопаралельного переміщення посівної секції в разі зміни рельєфу поля під опорним колесом використовується паралелограмний механізм. Опорне колесо з метою забезпечення ширшого діапазону регулювань доцільно розміщувати перед сошником, зблокувавши його з прорізним диском. Глибина борозни регулюється опорним колесом за допомогою гвинтового механізму. Прикочувальне колесо, розміщене після анкерного сошника, ущільнює ґрунт у борозні до глибини посіву - загортання насіння та добрив. Для забезпечення найкращих умов для копіювання мікрорельєфу поверхні ґрунту передбачається використання паралелограмного механізму й опорного колеса. Опорне колесо з метою забезпечення ширшого діапазону регулювань доцільно розміщувати перед сошником, зблокувавши його з прорізним диском [2].

З метою початкового визначення параметрів посівної секції розглянемо її в положенні статичної рівноваги. Посівна секція складається з двох частин [2]: власне посівна секція і прикочувальна частина. Частини кріпляться одна до одної за допомогою циліндричного горизонтального шарніра таким чином, що прикочувальна частина в процесі роботи має один ступінь свободи відносно висівної секції, яка своєю чергою кріпиться до рами висівного комплексу. Таким чином, беручи до уваги принцип затвердіння для визначення сил, що діють на посівну секцію, її можна розглянути як складову конструкцію, розділивши по шарніру на дві частини (рис. 2.1). Прикладемо також реакції в циліндричному

шарнірі  $X_0, Z_0, X'_0, Z'_0$  і введемо додаткові позначення. Сили, що діють на елементи посівної секції, показані на рис. 2.1 [2].

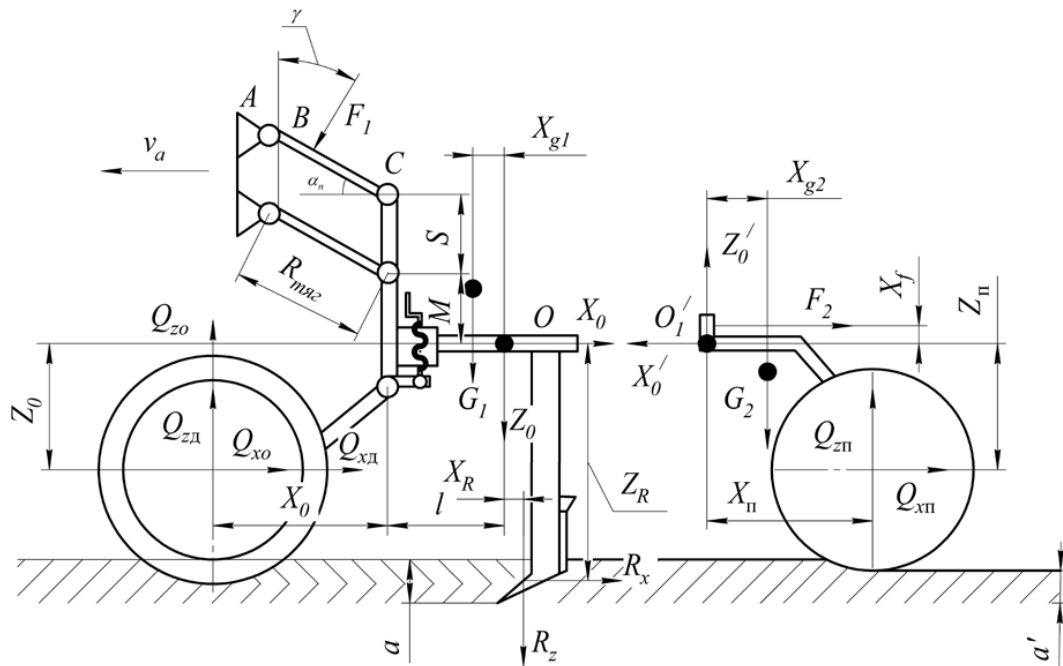


Рис. 2.1. Схема сил, що діють на комбіновану посівну секцію із зазначенням розмірів [2].

На рис. 2.2. комбінована посівна секція представлена без зазначення розмірів [2].

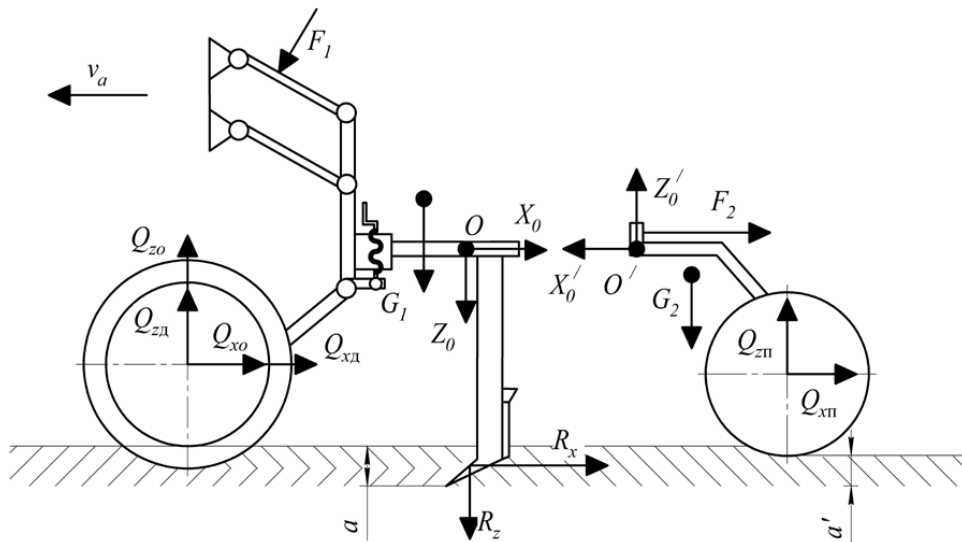


Рис. 2.2. Схема сил, що діють на посівну секцію [2].

З метою виконання агротехнічних вимог щодо рівномірності глибини загортання насіння висівна секція має працювати таким чином, щоб зберігалася відстань  $a$  - відстань від дна борозенки до обода опорного колеса [2].

Цю умову можна забезпечити, зокрема, певними конструктивними параметрами паралелограмного механізму посівної секції, а також шуканою величиною зусилля стиснення пружини  $F_1$ , що забезпечує необхідну вертикальну складову сили  $Q_{z0}$  [2].

У процесі роботи на посівну секцію впливають такі сили:  $F_1$  - зусилля стиснення пружини паралелограмного механізму, кН;  $F_2$  - зусилля стиснення пружини прикочувального колеса, кН;  $G_1$  - сила тяжіння посівної секції, кН;  $G_2$  - сила тяжіння прикочувальної частини посівної секції, кН;  $R_x, R_z$  - горизонтальна та вертикальна складові сили, що діють на анкерний сошник, кН;  $Q_{x0}, Q_{z0}$  - горизонтальна та вертикальна складові сили, що діють на вісь опорного колеса, кН;  $Q_{x\partial}, Q_{z\partial}$  - горизонтальна та вертикальна складові сили, що діють на вісь прорізного диска, кН;  $Q_{xn}, Q_{zn}$  - горизонтальна та вертикальна складові сили, що діють на вісь коткування, кН;  $X_0, Z_0, X'_0, Z'_0$  - горизонтальні та вертикальні складові реакції, що діє в шарнірі О, кН [2].

Сила  $Q_{zn}$  варіюється залежно від умов роботи посівного комплексу від мінімального значення, яке визначається силою тяжіння прикочувальної частини посівної секції, до значення, яке налаштовується зусиллям підтискання  $F_2$ .

Для проведення експериментальних досліджень виготовлено посівну секцію, основні конструктивні параметри якої відповідають результатам теоретичних досліджень і можуть бути змінені відповідно до програми експериментальних досліджень [2].

Експериментальний зразок посівної секції (рис. 2.3, 2.4) містить у собі прорізний диск 1, зблокований з опорним колесом, регульовану пружину 2 і тяги 3 паралелограмного механізму, механічний регулятор глибини 4, гвинт 5 регулятора глибини, пружину 6 регулювання сили тиску на ґрунт, анкерний сошник 7, коткування колеса 8.

Для проведення лабораторних експериментальних досліджень посівна секція мала такі конструкційні параметри, встановлені теоретично (рис. 1): діаметр  $D_1$  прорізного диска 450 мм; діаметри опорного колеса  $D_2 = 340$  мм і

коткувального колеса  $D_3 = 450$  мм; кут установлення тяг паралелограмного механізму  $\varphi = 55...60$  град.; довжина тяг  $R_{\text{тяг}} = 350$  мм; відстань  $L_1$  – не більше 600 мм. Лабораторні дослідження щодо тягового опору робочих органів проводилися в ґрунтовому каналі ЖАТФК.

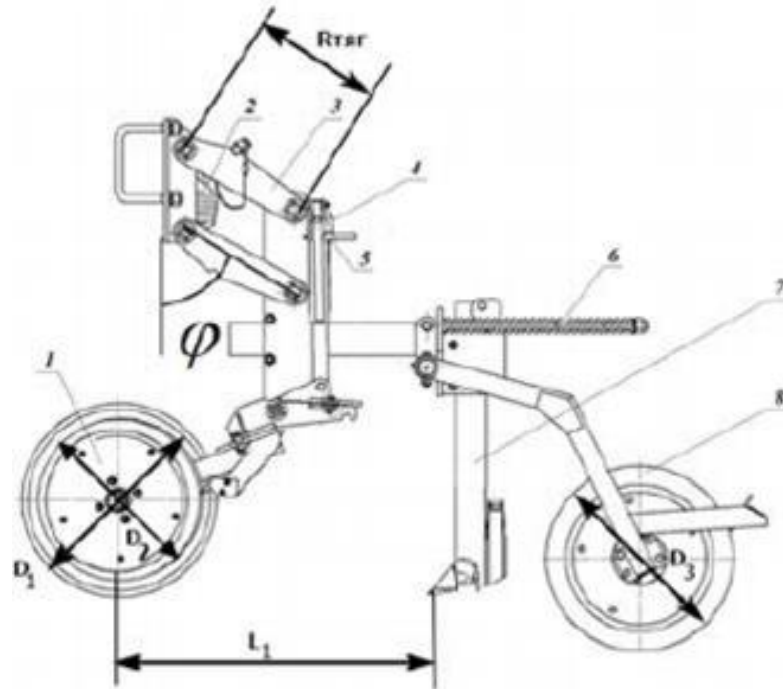


Рис. 2.3. Схема експериментального зразка посівної секції: 1 – прорізний диск; 2 – регульована пружина; 3 – тяга; 4 – механічний регулятор глибини; 5 – гвинт; 6 – пружина регулювання сили тиску на ґрунт; 7 – анкерний сошник; 8 – прикочуюче колесо.



Рис. 2.4. Загальний вигляд експериментального зразка посівної секції

Експериментальний зразок посівного комплексу з розробленими посівними секціями представлено на рис. 2.5.



Рис. 2.5. Посівний комплекс ПК-12,7

Посівний комплекс має роздільно-агрегатне компонування робочих органів і складається з таких основних частин: бункера для насіння і добрив, посівного блоку, на поперечних брусах рами якого розміщуються посівні секції, пневматичної централізованої висівної системи, гідравлічної та електричної систем. Для реалізації програми експериментальних досліджень на рамі висівного блоку (рис. 2.6) є можливість розміщення різної кількості висівних секцій 43, 48, 57 для забезпечення відповідно таких величин ширини міжрядь – 30, 27 і 22,8 см.

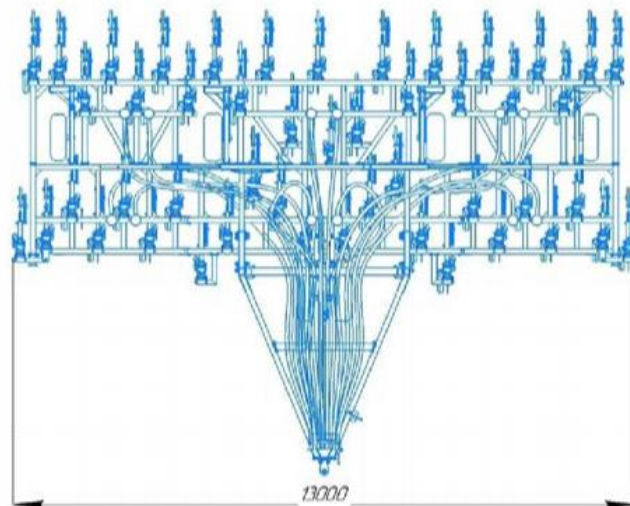


Рис. 2.6 Схема розташування 48 посівних секцій на посівному блоці ПК-12,7.

Лабораторно-польові експерименти проведено відповідно до поставлених завдань з метою підтвердження результатів теоретичних досліджень. Для одержання достовірних даних лабораторно-польовий експеримент проводили в

стислі агротехнічні строки на полях із типовим агрофоном за стабільних ґрунтових умов.

Програмою передбачалося визначення агротехнічних, енергетичних та експлуатаційно-технологічних показників роботи посівного машинно-тракторного агрегату з експериментальним зразком посівного комплексу.

Відповідно до ОСТ 10.5.1-2000 визначалися такі агротехнічні показники роботи агрегату:

- висівна здатність;
- нерівномірність висіву між робочими органами (для насіння і добрив);
- нестійкість загального висіву насіння;
- дроблення насіння;
- глибина обробітку ґрунту;
- характеристика рослин за сходами;
- характеристика рослин перед збиранням.

Відповідно до ОСТ 102.2-2002 визначалися такі енергетичні показники роботи агрегату:

- час роботи;
- робоча швидкість;
- тяговий опір;
- витрата палива;
- потужність, що витрачається на самопересування агрегату та подолання тягового опору;
- буксування;
- втрати потужності на буксування;
- питомі енерговитрати;
- питома витрата палива;
- коефіцієнт використання потужності двигуна.

Під час визначення експлуатаційно-технологічних показників керувалися ДСТУ, було визначено такі показники:

- продуктивність агрегату;
- коефіцієнт використання часу зміни;
- складові балансу часу зміни;
- витрата палива за час зміни.

Лабораторно-польові експерименти проводилися з посівним агрегатом John Deere 9410R+ПК-12,7. Під час дослідів посівний комплекс було оснащено розробленими посівними секціями з анкерними сошниками.

Тяговий опір посівного комплексу визначено методом буксирування подвійною тягою. Як тягач використовувався трактор John Deere 9410R із потужністю двигуна 410 к. с. (302 кВт).



Рис. 2.7. Вимірювально-обчислювальний комплекс MIC-400D під час проведення лабораторно-польових експериментів

Для визначення тягового опору використовували тензоланку з максимальною межею вимірювань до 10 тонн (рис. 2.8). Тензозвено, з урахуванням меж його вимірювання





Рис. 2.8. Тензоланка 10 тонн.

Середня швидкість руху агрегату визначалася за відомою довжиною контрольної ділянки, фіксуванням часу проходження за допомогою секундоміра.

Робочу ширину захвату визначали шляхом вимірювання відстані між крайніми робочими органами посівного комплексу.

Витрату палива визначали за допомогою паливного витратоміра ПП-204, встановленого в паливну магістраль низького тиску трактора.

Польові досліді закладалися і проводилися на базі сільськогосподарського підприємства Бердичівського району Житомирської області.

Агротехнічний фон – нульовий обробіток зі стернею. Ділянки для проведення експериментів вибирали з рівною поверхнею, однорідні за типом ґрунту та рослинним покривом.

Перед проведенням дослідів агрегати було підготовлено та відрегульовано відповідно до керівництв з експлуатації на регульовальному майданчику.

Перевірку правильності технологічних регулювань здійснено в польових умовах за перших проходів агрегату.

Завдання з експериментального обґрунтування ширини міжрядь вирішено шляхом проведення однофакторного польового досліді. Ширина міжрядь у процесі проведення експерименту набувала таких величин:

- висівання комплексом із міжряддям 22,8 см;
- висівання комплексом із міжряддям 27 см;
- висівання комплексом із міжряддям 30 см.

Дослід проведено методом розщеплених ділянок, схему досліду представлено на рис. 2.9. Розміщення варіантів рандомізоване, повторність триразова.

Для проведення експерименту використовували виділену ділянку загальною площею 1 га, яку було розбито на дев'ять ділянок розміром 12,7×50 м із бічними та кінцевими захисними смугами завширшки відповідно по 1 і 12 м, розворотні смуги по 20 м. Попередник – яра пшениця. У дослідах проводили висів ярих зернових культур із нормою висіву 120 кг/га і гранульованих мінеральних добрив із дозою внесення 100 кг/га. Посів проводили на глибину 5 см.

Завдання порівняльного аналізу технологій прямої сівби вирішували шляхом проведення висіву ярих зернових культур двома варіантами посівних агрегатів із налаштуванням на дві величини норми висіву 130 і 160 кг/га:

- посів сівалкою СКП-2,1;
- посів комплексом ПК-12,7.

Варіанти	з міжряддям 30 см	з міжряддям 22,8 см	з міжряддям 27 см	з міжряддям 22,8 см	з міжряддям 27 см	з міжряддям 30 см	з міжряддям 27 см	з міжряддям 30 см	з міжряддям 22,8 см
№ ділянки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Повторність	1			2			3		

Рис.2.9. Схема досліду для обґрунтування ширини міжряддя

Схему дослідів представлено на рис. 2.10. Досліди закладено методом розщеплених ділянок. Ділянки розміщені вздовж напрямку руху посівних агрегатів рандомізованим способом. Розміри посівних ділянок 12×50 м для сівалки СКП-2,1 і 12,7×50 м для сівалки ПК-12,7. Між смугами залишено засіяну, але незараховану захисну смугу шириною 15 м.

Посів із нормою 130 кг/га	СКП-2,1	ПК-12,7	СКП-2,1	ПК-12,7	СКП-2,1	ПК-12,7
№ ділянки	1	2	3	4	5	6
Повторність	I		II		III	
Захисна смуга						
Посів із нормою 160 кг/га	ПК 12,7	СКП-2,1	СКП-2,1	ПК 12,7	ПК 12,7	СКП-2,1
№ ділянки	7	8	9	10	11	12
Повторність	I		II		III	

Рис. 2.10. Схема досліду для порівняльної оцінки технологій посіву

Урожайність визначали шляхом зважування зерна з усієї облікової площі ділянки, після обмолоту зернозбиральним комбайном ACROS-530. Дані були приведені до 100 %-ї чистоти за стандартної вологості 16 % і оброблені методом дисперсійного аналізу. Стан сходів, ріст і розвиток рослин у вегетаційний період визначали за ДСТУ

### **Висновки по розділу**

Розроблено методику, підібрано необхідне вимірювальне обладнання для оцінки енергетичних, агротехнічних та експлуатаційно-технологічних показників роботи експериментального посівного комплексу. 5

Розроблено методику польових дослідів з експериментального визначення раціональної величини ширини міжрядь і порівняльної оцінки технологій нульового посіву.

### РОЗДІЛ 3

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У результаті теоретичних та експериментальних досліджень визначено конструктивні та технологічні параметри розроблюваного посівного комплексу.

Традиційно в умовах сучасного виробництва зернових культур посів здійснюється рядовим способом, за якого ширина міжрядь і відстань між насінням у рядку є основними характеристиками, що визначають урожайність з одиниці площі [1].

Величина міжрядь - важливий конструктивний параметр посівної машини. Обумовлено це низкою причин, по-перше, тільки за правильно підібраної величини міжряддя рослини, що висіваються, можуть отримати найкращі умови для розвитку, пояснюється це тим, що від величини міжряддя безпосередньо залежить площа живлення рослини. Цей факт набуває особливої актуальності під час вирощування сільськогосподарських культур в умовах дефіциту вологи. Другий важливий фактор - агротехнічна прохідність посівної машини. Беручи до уваги стерньові фони, на яких передбачається робота розроблюваного посівного комплексу, надмірно мала величина міжрядь може зробити агрегат непрацездатним з технологічного погляду. Водночас також слід врахувати, що технологією посіву розроблюваним посівним комплексом передбачається утворення борозен, які забезпечують утримання вологи, захист від вітру та заморозків [1]. Не слід залишати поза увагою й енергетичний бік питання за прямого висіву, коли сошники долають опір необробленого ґрунту зі стерньовими рештками, збільшення ширини міжряддя дасть змогу знизити тяговий опір висівного агрегату, а отже й енергетичні витрати.

Таким чином, на правильність вибору ширини міжряддя впливає комплекс різноспрямованих чинників: агротехнічні, експлуатаційні, енергетичні. Вбачається, що це завдання може бути вирішене тільки шляхом проведення польового експерименту в типових умовах експлуатації посівного комплексу,

оскільки тільки за цього можна одночасно оцінити врожайність, а також агротехнічні та експлуатаційні показники.

Проведений експеримент, за якого здійснюється пряма сівба експериментальним посівним комплексом у борозну, дасть змогу обґрунтувати ширину міжряддя на підставі даних щодо врожайності культури, що висівається, та комплексу агротехнічних показників, які оцінюють якість виконання технологічного процесу.

Сходи зернових, отримані під час сівби розроблюваним посівним комплексом, представлено на рис. 3.1.

Під час польового експерименту виявлено, що за настановної норми сівби 120 кг/га фактична норма висіву висівним комплексом із міжряддям 22,8 см становила 118 кг/га; з міжряддям 27 см – 121 кг/га; з міжряддям 30 см – 122 кг/га. За настановної норми внесення мінеральних добрив 100 кг/га фактична норма для розроблюваної сівалки з міжряддям 22,8 см становила 101 кг/га, з міжряддям 27 см – 99 кг/га, з міжряддям 30 см – 97 кг/га. Усі показники роботи дозувальних і розподільчих пристроїв відповідають нормативним даним і показникам технічних умов.

За установчої глибини обробітку ґрунту 50 мм коефіцієнти варіації становили від 1,77 до 2,33 %. Середньоквадратичне відхилення при цьому становило 1,5-2,0 мм.



Рис. 3.1. Сходи за сівби в борозну розробленим посівним комплексом.

Найбільшу врожайність отримано за міжряддя 27 см - 27 ц/га, що перевищує врожайність на варіанті з міжряддям 30 см на 4 %, на варіанті з міжряддям 22,8 - на 8 % (рисунок 4.11).

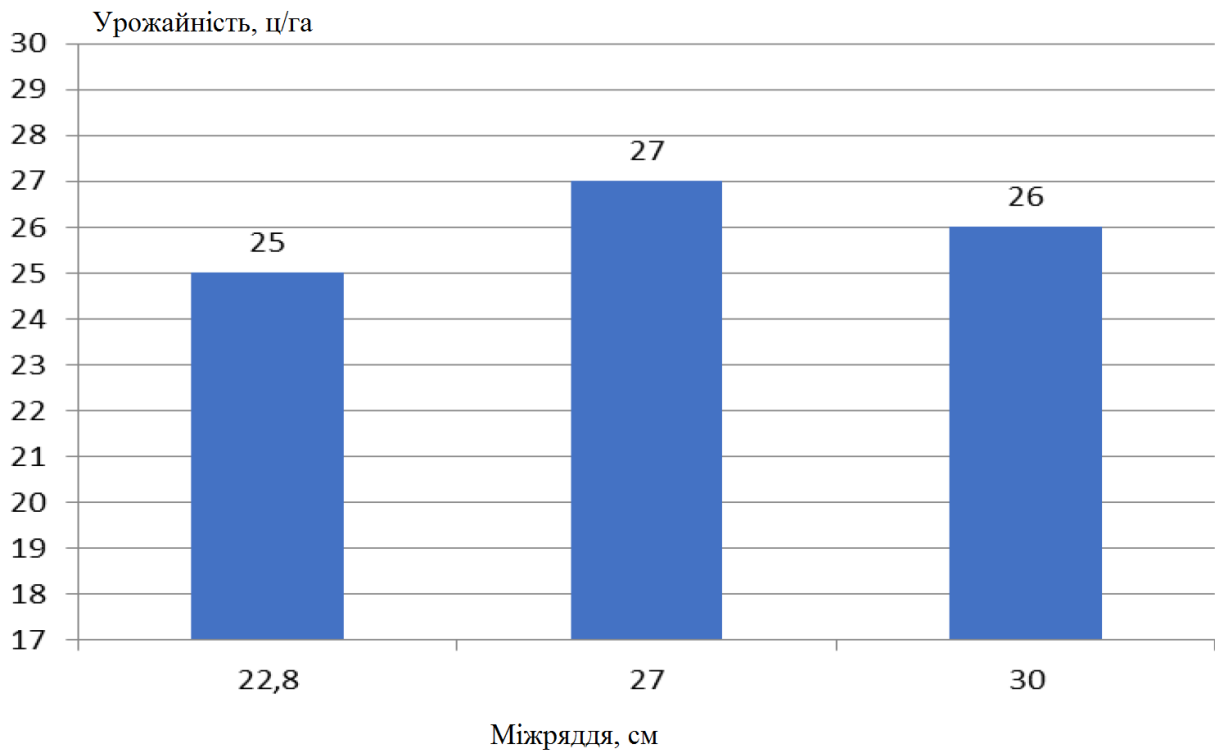


Рис. 3.2. Порівняльні показники врожайності ярої пшениці за різних значень ширини міжряддя.

Таким чином, виходячи з величини врожайності культури, можна зробити висновок про перевагу вибору ширини міжряддя не менше 27 см.

З метою оцінки агротехнічних показників роботи розробленого посівного комплексу реалізовано польові експериментальні дослідження, які також передбачали порівняльну оцінку технологій прямого висіву: розробленої та базової.

Сівбу за розробленою технологією здійснювали машинно-тракторним агрегатом у складі з трактором John Deere 9410R і посівним комплексом шириною захвату 12,7, за ширини міжрядь 27 см. "Базова" технологія передбачала проведення посіву машинно-тракторним агрегатом у складі з трактором МТЗ-82.1 і поширеною стерньовою сівалкою СКП-2,1.

Порівняльний польовий експеримент з оцінки ефективності розробленої технології прямого посіву було проведено відповідно до схеми досліду (рис. 2.9). Агротехнічні показники визначено за ОСТ 10.5.1-2000.

Умови та результати порівняльного експерименту з оцінки технологій сівби подано в табл. 3.1.

Під час польових експериментів виявлено, що за глибини ходу сошників висівним комплексом шириною 12,7 і сівалкою СКП-2,1 (80 мм і 50 мм відповідно) фактичні значення становили 84,1 мм за коефіцієнта варіації 17,8 % і 54,0 мм за коефіцієнта варіації 24,1 %. Фактична середня глибина посіву становила 81,0 і 55,5 мм, середньоквадратичне відхилення глибини посіву – 5,0 і 16,5 мм відповідно.

Агротехнічні показники роботи порівнюваних агрегатів подано у вигляді графіків (рис. 3.1). Аналіз отриманих залежностей показує, що найменшу величину стандартного відхилення глибини посіву має розроблений посівний комплекс. Величина відхилення в усьому розглянутому діапазоні швидкостей не перевищує 5 см. Подібне відхилення забезпечується ефективною роботою висівних секцій комплексу під час копіювання мікрорельєфу поверхні ґрунту. У результаті цього забезпечуються хороші показники щодо рівномірності глибини висіву, що особливо важливо в технології нульового посіву з утворенням борозни і загортання насіння у зволожені шари ґрунту. Отримані під час польових експериментальних досліджень результати співвідносяться з теоретичними передумовами.

Таблиця 3.1 – Агротехнічні показники за порівняльного експерименту з оцінки технологій прямого посіву

Показники	Значення показника	
	ПК-12,7	СКП-2,1
Дата проведення випробувань	Дата посіву 29.04.23	
Культура	пшениця	
Режим роботи		
Швидкість руху, км/год.	7...8	7...8
Робоча ширина захвату, м	12,7	12,1
Регулювання висівного апарата:		
- довжина робочої частини котушки, мм		21 (25)
- передавальне відношення	28	0,33
Норма висіву насіння (два варіанти), кг/га:		
- задана	130/160	
- фактична	132/158	129/164
Глибина обробітку ґрунту, мм		
- установча глибина, мм	82	52
- фактична середня глибина, мм	83,1	53,0
- коефіцієнт варіації,	18,8	5,1
Характеристика сходів (28.05.23 г.)		
Глибина посіву за встановленої глибини обробітку, мм:		
Фактична середня, мм	82,0	56,5
Мінімальна, мм	77	40
Максимальна, мм	87	74
Середньоквадратичне відхилення, мм	6,0	17,5
Коефіцієнт варіації, %	9,8	43,0
Кількість посіяного насіння, шт./м <sup>2</sup>	340	330
Кількість сходів, шт./м <sup>2</sup>	288	208
Польова схожість, %	85,5	63,8
Кількість стебел, шт./м <sup>2</sup>	581	477
Коефіцієнт куціння	2,7	2,2
Біомаса сходів, г/м <sup>2</sup>	483	389
Характеристика рослин перед збиранням:		
Кількість продуктивних стебел, шт./м <sup>2</sup>	306	299
Кількість зерен у колосі	30,8	20
Маса 1000 зерен	28,4	24,3
Урожайність за норми посіву 130 кг/га, ц/га	27,5	18,3
Урожайність за норми посіву 160 кг/га, ц/га	28,2	18,0

За рівної норми посіву за посівним комплексом отримано кращу польову схожість, ніж за сівалкою СКП-2,1 на 21,7 %. Коефіцієнт куціння за новою технологією перевищує традиційну на 23,8 % і становить 2,6. Показники, що характеризують якість посівів перед збиранням (кількість продуктивних стебел, кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен), за посівним комплексом перевищують



аналогічні показники по сівалці СКП-2,1, що позначилося на врожайності. Урожайність за норми посіву 130 кг/га за новою технологією вища, ніж за традиційною, на 34,7 %, за норми посіву 160 кг/га – на 37,5 %. Таким чином, можна резюмувати, що використання на прямому посіві розробленого посівного комплексу створює найкращі умови для росту та розвитку висіваних культур. Обумовлено це, зокрема, стійкою глибиною посіву, яку забезпечують посівні секції комплексу, що зашпаровують насіння у вологий шар ґрунту, а також утворенням борозен, які сприяють збереженню й накопиченню вологи та ставлять посіви у вигідніші умови, ніж базова технологія, що передбачає використання стерньової сівалки СКП-2,1.

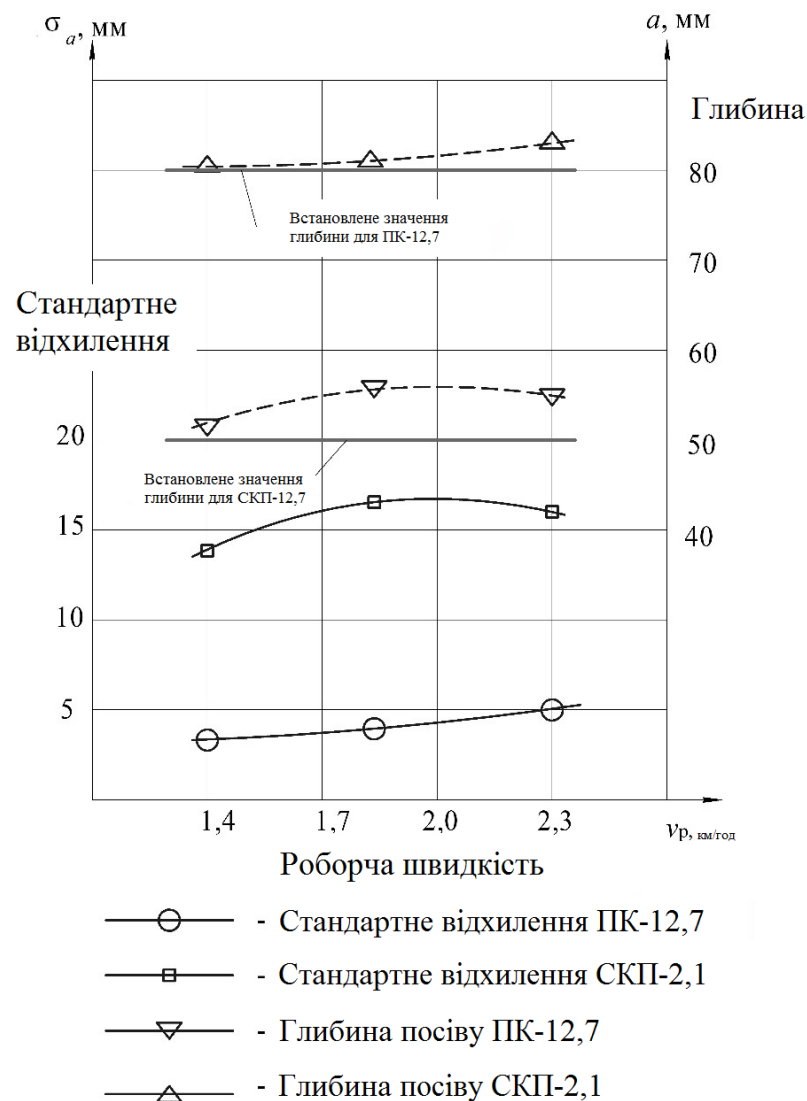


Рис. 3.3. Залежність глибини посіву  $a$  і стандартного відхилення глибини  $\sigma$  від робочої швидкості агрегату

За рівної норми посіву за посівним комплексом отримано кращу польову схожість, ніж за сівалкою СКП-2,1 на 21,7 %. Коефіцієнт куціння за новою технологією перевищує традиційну на 23,8 % і становить 2,6. Показники, що характеризують якість посівів перед збиранням (кількість продуктивних стебел, кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен), за посівним комплексом перевищують аналогічні показники по сівалці СКП-2,1, що позначилося на врожайності. Урожайність за норми посіву 130 кг/га за новою технологією вища, ніж за традиційною, на 34,7 %, за норми посіву 160 кг/га – на 37,5 %. Таким чином, можна резюмувати, що використання на прямому посіві розробленого посівного комплексу створює найкращі умови для росту та розвитку висіваних культур. Обумовлено це, зокрема, стійкою глибиною посіву, яку забезпечують посівні секції комплексу, що зашпаровують насіння у вологий шар ґрунту, а також утворенням борозен, які сприяють збереженню й накопиченню вологи та ставлять посіви у вигідніші умови, ніж базова технологія, що передбачає використання стерньової сівалки СКП-2,1.

Під час визначення енергетичних показників варіювалися швидкість руху агрегату в діапазоні від 1,38 до 2,21 м/с (від 5 до 8 км/год), глибина ходу сошників і ширина захвату залишалися незмінними величинами. Під час досліджень встановлено, що зі збільшенням швидкості руху агрегату відбувається збільшення тягового опору в діапазоні величин від 83,5 до 87,6 кН, водночас погектарна витрата пального дещо знижується з 7,4 до 6,9 кг/га за рахунок збільшення продуктивності агрегату. Також встановлено збільшення відсотка буксування рушіїв трактора з 7 до 11,4 %, що загалом укладається в допустимі 14 % для колісних тракторів.

Питомі енерговитрати під час роботи агрегату коливаються від 27,3 до 38,07 кВт-год/га, що є нижчими для подібних агрегатів із посівними машинами подібного типу, наприклад, Bourgault 3330 або Amazone Primera DMC 6000.

Менші величини питомих енерговитрат зумовлені конструкцією висівної секції та зокрема роботою розрізного диска, який ефективно розуцільнює ґрунт

до проходу анкерного сошника, знижуючи тяговий опір останнього. Цю закономірність встановлено під час теоретичних досліджень і підтверджено результатами лабораторних експериментів у ґрунтовому каналі.

Усереднені показники, отримані під час енергетичної оцінки агрегату, наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати експериментальних досліджень з оцінки енергетичних показників

Найменування показника	Значення показника
Агрегат	Джон Дір 9410R+ПК-12,7
Режим роботи:	VI, VII
Робоча швидкість, м/с	1,38,2,21
Енергетичні показники:	
- тяговий опір, кН	68,5...87,7
- споживана потужність, кВт	216,02.287,82
- питомі енерговитрати, кВт×год/га	27,3.38,07
- питомий тяговий опір машини, кН/м	5,16.6,90
- питома витрата палива за час основної роботи, кг/га	6,7...7,4
- коефіцієнт використання номінальної експлуатаційної потужності двигуна	0,86.0,95
- буксування рушіїв, %	7,0.11,8

На рис. 3.4 показано залежності тягового опору  $R_{agr}$ , коефіцієнта використання потужності ДВЗ  $\eta_i$ , буксування  $\delta$ , погектарної витрати пального  $q_{ga}$  від швидкості руху агрегату  $v_p$ .

Аналізуючи отримані дані, можна резюмувати, що найраціональнішою є експлуатація агрегату за швидкості 2,21 м/с, оскільки на цьому режимі забезпечується більш повне завантаження двигуна за потужністю  $\eta_i = 0,95$ , менша погектарна витрата пального  $q_{ga} = 6,9$  кг/га за допустимої величини буксування рушіїв трактора  $\delta = 11,4\%$ .

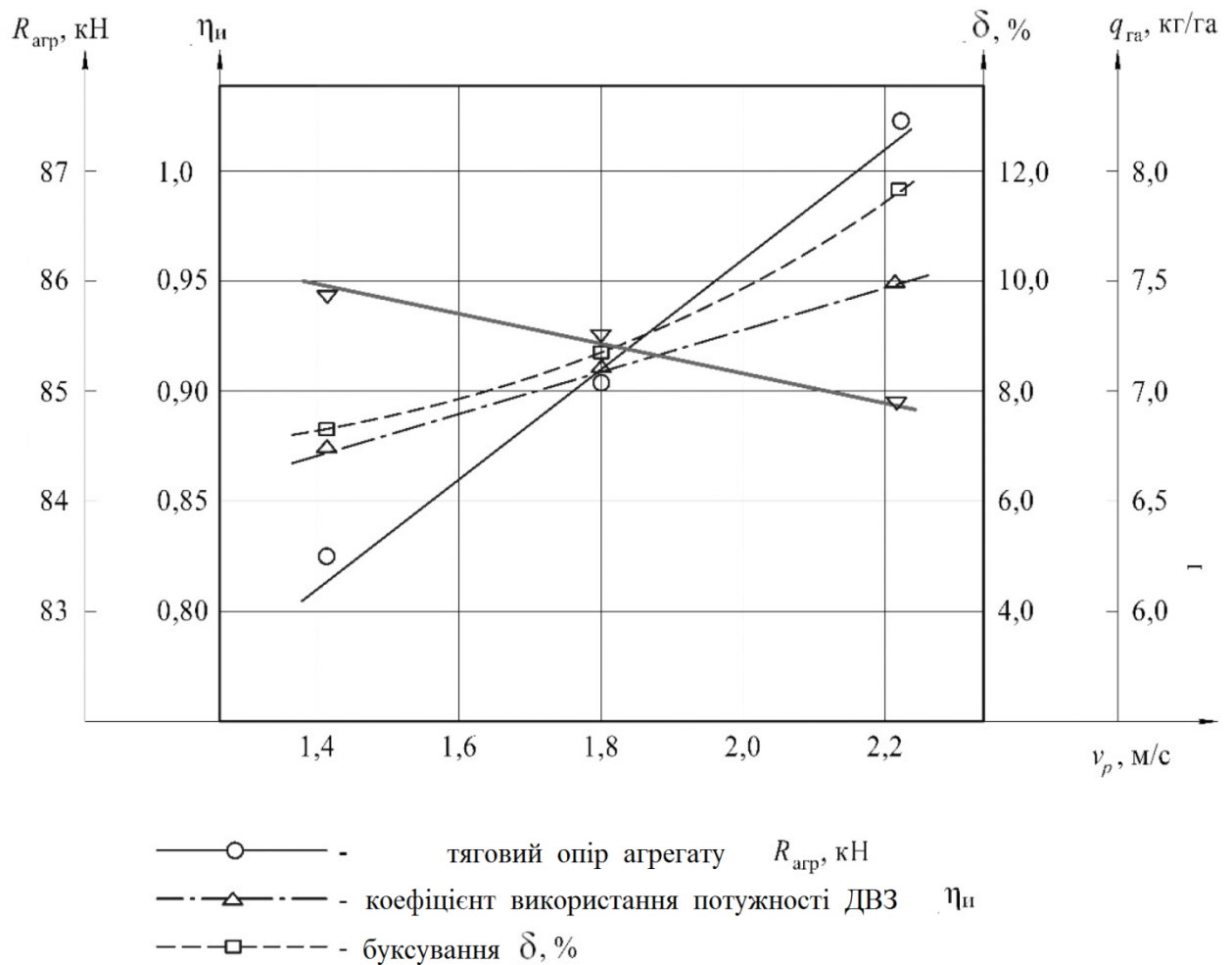


Рис. 3.4. Залежність тягового опору  $R_{арр}$ , коефіцієнта використання потужності ДВЗ  $\eta_i$ , буксування  $\delta$ , погектарної витрати пального  $q_{га}$  від швидкості руху агрегату  $v_p$ .

### Висновки по розділу

На основі результатів польового експерименту встановлено раціональну ширину міжрядь для посівного комплексу з розробленими посівними секціями. Найбільша врожайність зернових забезпечується за ширини міжрядь 270 мм. 5. Розроблений посівний комплекс ПК-12,7, оснащений посівними секціями з обґрунтованими параметрами, під час здійснення посівних робіт на робочих швидкостях 7...8 км/год забезпечує виконання агротехнічних вимог. 6. Зі збільшенням робочих швидкостей з 1,4 до 2,2 м/с відзначається закономірне

зростання тягового опору на 11 %, при цьому питома погектарна витрата пального знижується на 7 %, величина буксування рушіїв залишається в прийнятних діапазонах. Це свідчить про доцільність експлуатації агрегату на підвищених швидкостях.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На основі вивчення науково-дослідних робіт і використовуваних сучасних комбінованих агрегатів для прямого висіву зернових культур встановлено, що їхнє використання не завжди забезпечує загортання насіння в ґрунт, який містить продуктивну вологу. Виявлено, що загортання насіння в борозну покращує польову схожість і підвищує врожайність, проте цей процес є маловивченим, що дало змогу сформулювати тему, мету та завдання дослідження.

Розроблено технологію прямого висіву з обґрунтуванням геометричних параметрів борозни для висіву насіння, яка забезпечує сприятливий ріст і розвиток рослин, що зумовило застосування нової конструктивно-технологічної схеми комбінованої посівної секції. Вона являє собою сукупність робочих органів, які одночасно виконують кілька різних операцій: опорне колесо, прорізний диск, анкерний сошник із висівною трубкою насіння і добрив, прикочувальне колесо. Для забезпечення найкращих умов для копіювання мікрорельєфу поверхні ґрунту використовується паралелограмний механізм. Опорне колесо з метою забезпечення диференційованої глибини борозни для висіву насіння у вологий шар ґрунту доцільно розміщувати перед сошником, зблокувавши його з прорізним диском. Прикочувальне колесо, розміщене після анкерного сошника, ущільнює ґрунт у борозні до заданої глибини загортання насіння.

Обґрунтовано конструктивні параметри комбінованої посівної секції, що становлять: довжину тяг паралелограмного механізму 362 мм; їхній кут встановлення 55...60 град., відстань між анкерним сошником та віссю опорного колеса не більш як 600 мм; діаметри прорізного диска 470 мм, опорного та коткування коліс 390 і 450 мм. Величина сили підтиснення пружини опорного колеса регулюється в межах від 1,3 до 1,7 кН, а прикочувального колеса від 0,9 до 1,4 кН. За встановлених параметрів комбінованої висівної секції за глибини

ходу сошників від 50 до 150 мм забезпечує глибину загортання насіння в межах 40-50 мм, виконуючи всі вимоги технологічної працездатності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Краузе Д.К.** Огляд конструкцій сошників зернових сівалок. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь», 5 квітня 2023 року Житомир: Житомирський агротехнічний фаховий коледж, 2023. С. 193-194.
2. Білецький В. Р., **Краузе Д.К.** Обґрунтування параметрів посівної секції з диференційною глибиною сівби. *Збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки"* (17–19 жовтня 2023 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ.. 2023.С. 60-62.
3. Білецький В.Р., **Краузе Д.К.** Характеристика сівалок прямого посіву. XII Міжнародна науково-технічна конференція «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» (02-20 жовтня 2023 р.). URL: <http://animal-conf.inf.ua/conf.html> (дата звернення 21.11.2023).
4. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till. Навчальний посібник. Київ : Логос, 2011 352 с.
5. Сисолін П.В. Конструкторські розробки: нових, вітчизняних, універсальних машин для звичайної, стерньової, мульчо-стерньової, екологічнобезпечної, енергозберігаючої, технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні. Кіровоград, 2009. 128 с.
6. Корчма М.М. Обґрунтування технологічних параметрів подрібнювача рослинних залишків грубостеблових культур: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / М.М. Корчма. Глеваха, 2004. 20 с.
7. Бойко А.І. Функціонування сошника прямого посіву як відкритої технічної системи. / А.І. Бойко, І.О. Лісовий, В.В. Тасенко // Механізація



сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків, 2008. Вип. 75; Т. 1. С. 256–258.

8. Пат. 79456 Україна, МПК А01В 59/00 (А01В 63/00). Пристрій для визначення тягового опору робочих органів ґрунтообробних та посівних машин / В.М. Сало, П.Г. Лузан, С.Н. Лещенко, І.О. Лісовий, О.Р. Лузан (Україна); заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет. – № U200603187; заявл. 08.10.2012; опубл. 25.04.2013, Бюл. № 8.

9. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.

10. Mielke, H., Rodemann, B., Bartels, G. Ährenfusariosen im Weizenanbau. Sortenanfälligkeit und Bekämpfungsmöglichkeiten. GetreideMagazin, 6, 2000, 104-108.

11. Broschewitz, B., Goltermann, S., Michel, V. Einsatz von Wachstumsreglern im Getreide. Getreide-Magazin, 6, 2000, 1, 22 – 27.

12. Schilling, G. Pflanzenernährung und Düngung. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 2000, 464 S.

13. Марченко В.В. Технології і технічні засоби сівби при мінімальному і нульовому обробітку. Аграрна техніка та обладнання. 2009.-№1(6), 03/. С. 20- 28.

14. Пневматична сівалка-культиватор «Сиріус 10» / «Збутова Компанія Червона зірка». Кіровоград, 2008. 7 с.

15. Зубко В. М., Сіренко В. Ф., Кузіна Т. В. Аналіз конструкцій сошників посівних машин. Інженерія природокористування. 2016. №. 1. С. 98–102.

16. Петриченко Є. А. Тенденції розвитку конструкцій посівних агрегатів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2014. № 1. С. 31–45.