

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

**Факультет інженерії та енергетики
Кафедра процесів, машин і обладнання в агроінженерії**

**Кваліфікаційна робота
на правах рукопису**

ТЕРЕЩУК ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 631.3.01

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР**

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

_____ О. В. Терещук

Керівник роботи

Заєць М. Л.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Терещук Олександр Володимирович. Оптимізація процесу сівби просапних культур. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

У процесі виконання роботи виконано аналіз наукових та сучасних технічних джерел, запроваджених способів сівби, машин для реалізації сівби технічних просапних культур, конструкцій робочих органів сівалок. Проведено синтез основних течій і способів модернізації засобів механізації виробництва просапних культур.

Встановлено переваги і недоліки відомих світових виробників посівних машин та робочих органів, які не забезпечують достатньої якості роботи сівалки, тобто, точний та рівномірний розподіл посівного матеріалу по площі поля. Цей показник визначається рівномірністю подачі та укладання насіння у борозну на величину міжряддя.

Зроблено робочі припущення про ймовірність отримання високої продуктивності вирощування просапних культур, за рахунок застосування пневматичної сівалки точного висіву, з сошниками для сівби насіння здвоєним рядком, яка б забезпечувала достатню якість і виконання АТВ.

Обґрунтовано оптимальні параметри робочих органів секції пневматичної сівалки. Запропоновано концепція дворівневого моделювання в умовах невизначеності. На першому рівні виконуються моделювання вихідних даних на базі апріорного ранжування, статистичного моделювання та розрахунків параметрів робочих органів. Проведено обґрунтування раціональних параметрів та конструкції сошника для дворядкової сівби.

Ключові слова: дворядковий сошник, пневматична сівалка, рівномірність, моделювання, оптимізація параметрів.

ANNOTATION

Tereshchuk A. Optimization of the process of sowing row crops. - Qualification work on the rights of the manuscript. Qualifying work for a master's degree in 208 Agroengineering. - Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

In the course of work, the analysis of scientific and modern technical sources, the introduced methods of sowing, machines for realization of sowing of technical row crops, designs of working bodies of seeders is executed. The synthesis of the main currents and methods of modernization of means of mechanization of production of row crops is carried out.

The advantages and disadvantages of well-known world manufacturers of sowing machines and working bodies, which do not provide sufficient quality of the seeder, accurate and uniform distribution of seed on the field area. This indicator is determined by the uniformity of supply and placement of seeds in the furrow by the size of the row spacing.

Working assumptions are made about the probability of obtaining high productivity of cultivation of row crops, due to the use of pneumatic precision seed drill, with openers for sowing seeds in a double row, which would ensure sufficient quality and performance of ATV.

The optimal parameters of the working bodies of the pneumatic drill section are substantiated. The concept of two-level modeling in the conditions of uncertainty is offered. At the first level, the simulation of the initial data is performed on the basis of a priori ranking, statistical modeling and calculations of the parameters of the working bodies. The substantiation of rational parameters and design of the opener for two - row sowing is carried out.

Key words: two-row opener, pneumatic seeder, uniformity, simulated, parameter optimization.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1	
ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ОГЛЯД СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ ДЛЯ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР.....	7
Висновки до розділу 1.....	10
РОЗДІЛ 2	
ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СОШНИКІВ ДВОРЯДНОЇ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР	
2.1. Обрунтування параметрів сошників для дворядної сівби.....	11
2.2. Визначення конструкційних параметрів прикочуючого котка.....	14
Висновки до розділу 2.....	16
РОЗДІЛ 3	
РЕЗУЛЬТАТИ ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІВАЛКИ ДЛЯ ПРОСАПНИХ ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР	
3.1. Моделювання сошника секції сівалки та якість виконання процесу.....	17
Висновки до розділу 3.....	22
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	24

ВСТУП

Актуальність теми. Просапні культури є одними з основних сільськогосподарських культур, сировиною для переробної промисловості, рівень виробництва яких визначає продовольчу безпеку України. Продукти, вироблені з цукрових буряків, кукурудзи, соняшника, сої – використовуються для харчування населення, кондитерських виробів, фармацевтичній промисловості, тваринництві, тощо.

Просапні сільськогосподарські культури є "найвибагливішими" до ґрунтово-кліматичних умов, робочих органів машин, що призначені для виконання технологічних процесів їх виробництва, де визначальними є: підготовка ґрунту, сівба, внесенні пестицидів вирощування урожаю та збирання [1, с. 1.].

Актуальність теми полягає в необхідності модернізації і розробки та проектування відомих робочих органів посівних машин, які призначені для виконання основних технологічних процесів з вирощування з метою обґрунтування їх параметрів, здатних ефективно виконувати процес з дотриманням необхідної якості.

Мета роботи: оптимізація процесу сівби просапних культур, шляхом обґрунтування технологічних параметрів робочих органів, що забезпечить зростання врожайності культур.

Задачі роботи:

- дослідити технології та посівні машини для сівби просапних культур і визначити проблемні місця та сторони технологічних процесів.
- визначити раціональні конструктивно-технологічних параметри сошників дворядної сівби технічних просапних культур
- провести порівняльний аналіз процесу сівби запропонованим робочим органом, і визначити оптимальні режими роботи.

Об'єкт дослідження - оптимізація технологічного процесу сівби здвоєними рядками.

Предмет дослідження – взаємозв'язок раціональних параметрів сошника для дворядкової сівби просапних культур.

Методи виконання роботи. Дослідження виконувались із використанням методів механіко-математичного моделювання, теорії руху матеріалу по робочих поверхнях, числового розв'язку задач з використанням ПЕОМ.

Перелік публікацій автора за темою роботи:

1. Романишин О. Ю. Обґрунтування процесу сівби просапних культур за технологією точного землеробства / О. Ю. Романишин, О. В. Терещук // Наукові читання–2020Б: матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики, 5-6 березня 2020 р. Житомир: ЖНАЕУ, 2020. С. 166 -168.
2. Заєць М. Л. Оптимізація та моделювання процесу сівби просапних культур / М. Л. Заєць, О. В. Терещук // Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. С. 218-223.
3. Zayets M. Determination of the movement speed of seed on the distributor of coulter for the subsoil-spreading method of sowing / M. Zayets, O. Antonov, A. Tereshchuk // Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів» наукового журналу «Вісник Сумського національного аграрного університету» ВИПУСК 1 (39), – Суми, СНАУ, 2020 р. С. 13-19.

Практичне значення отриманих результатів:

Обґрунтовано сошник сівалки для сівби у здвоєні рядки просапних технічних культур, який забезпечує рівномірне укладання насіння в два рядки у відповідному порядку за шириною рядка. Виконано обчислення раціональних параметрів секції пунктирної сівалки і її сошника. Визначено спосіб встановлення сошників для дворядкової сівби сільськогосподарських культур. З метою підвищення врожайності та якості сівби, пропонується використовувати сівалку для сівби кукурудзи на зерно та силос, сої, соняшника.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 15 найменування. Загальний обсяг роботи становить 25 сторінки комп'ютерного тексту, 14 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА ОГЛЯД СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ ДЛЯ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Дворядкова сівба – таке поняття використовувалось, виключно в овочівництві при посіві столових буряків, моркви, цибулі, томатів тощо. В такому випадку, насіння висівалося поблизу один від одного, оскільки коренева система цих культур не сильно розвинена. У нашому ж випадку, насіння просапних культур висіваються в шаховому порядку, щоб збільшити площу живлення і, тим самим збільшити і досягти максимальних результатів. Виглядає це так:



а)

б)

Рис. 1.1. Розташування сходів соняшника та кукурудзи при дворядній сівбі:

а – соняшник; б – кукурудза

Дана технологія прийшла до нас із США і країн Європи, де користується великою популярністю в застосуванні. В Україні, на даний час тільки невелика кількість виробників взяли цю технологію на озброєння для сівби технічних культур, і відразу ж, отримали збільшення врожайності. Так, при сівбі соняшника сівалкою MS TWIN ROW, італійського виробника MaterMass, (рис.1.2.) [2] в Кіровоградській області, приріст зібраного врожаю склав на 500 кілограм більше з 1 гектара, в порівнянні з технологією однорядкової сівби.

Наукові дослідження і багаторічні тести сільгоспвиробників США і Європи показали, що при такій системі посіву, коренева система рослин розвивається краще в порівнянні з класичною системою висіву [2].



Рис. 1.2. Сівалка **MS TWIN** пневматичного типу для просапних культур для дворядкового посіву на базі стійки MS-8000

З цього випливає ряд переваг даної технології: ввикористовується більше площі поля в порівнянні з однорядною; збільшується площа живлення кореневої системи рослин у формі кола; більш ефективне використання ФАР для розвитку рослин; більш ефективне використання ґрунтової вологи (зберігає вологу); стебла рослин мають більший діаметр, що дозволяє бути стійкішими; зроста врожайність і якість культур. Система TWIN ROW MaterMac підходить для висіву різних культур і дозволяє висівати: сою, соняшник, сорго, рапс, кукурудзу.

Просапні сівалки Maestro DV (рис. 1.3а) від німецького виробника HORSCH зарекомендували себе аграріям ідеальною точністю дозування та розподілення насіння [4]. Інноваційну систему дозування сівалки Maestro DV забезпечує компактний вакуумний дозатор. Дозатор AirVac універсальний – для пунктирного посіву різних культур. Його можна оснащувати дозувальними дисками для кукурудзи, соняшнику, цукрового буряку, сої та ріпаку[3, с. 3.].



а)



б)

Рис. 1.3. Сівалки пневматичні точного висіву Maestro DV (а) виробника HORSCH та AMAZONE ED (б)

Просапні сівалки точного висіву німецького виробника AMAZONE представлені модельним рядом ED(рис. 1.3.б) [5]. Виконує сівбу, як по підготовленому полю, так і по стерні чи мульчі – ця навісна сівалка вирізняється однаковою високою точністю висіву насіння. Великі насіннєві бункери об'ємом 60 л дозволяють скоротити час на завантаження[3, 5].

Шведська компанія Väderstad пропонує сівалки Tempo (рис. 1.4.) Вони надзвичайно універсальні, робочі органи можуть висівати по стерні, мінімальній чи традиційній технологіях, насіння різного розміру та норм висіву. Väderstad впроваджує у своїх сівалках власну технологію сівби, а саме Powershoot, яка полягає у використанні висівного апарата Gilstring Seed Meter, що забезпечує відмінну точність висіву та укладання насінин на високій швидкості руху сівалки[3, 6].



Рис. 1.4. Сівалка пневматична Väderstad Tempo F

Висновки до розділу 1

1. Сучасні сівалки можуть бути у 6-, 7-, 8-, 9-, 10-, 11- та 12-секційній компоновці з шириною міжряддя від 450 до 800 мм. Агрегатуються з тракторами потужністю від 100 до 280 к.с. Сівалки можна доукомплектовувати ємкостями для добрив, що дає можливість вносити одночасно із сівбою туки. Можливість зміни міжряддя та кількості рядків дає змогу сіяти просапні культури з різною відстанню між рядками. Для якісної сівби дрібнонасінневих культур передбачено комплект дообладнання висівної секції, змінні диски висівних апаратів. Дані опції дають можливість якісно закласти насіння, ріпаку, цукрових буряків, кукурудзи, сої зі забезпеченням високої продуктивності.

2. Основним недоліком сучасних машин є втрати напору повітря під час сівби, тобто, створюються умови нерівномірного укладання насіння по довжині рядка, та забивання робочих органів рослинними рештками, кореневими системами попередників, і відповідно, висока вартість виготовлення, деякі сівалки коштують по 60...80 тис. євро. Тому необхідність удосконалювати робочі органи та агрегати таких машин постійно існує.

РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СОШНИКІВ ДВОРЯДНОЇ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

2.1. Обрунтування параметрів сошників для дворядної сівби

Робота сошників містить три фази: утворення борозенки; розміщення в ній насіння; часткова або повна заробка насіння в ґрунт. Форма і розміри борозенки, яку виконують сошники, залежать від положення обертових дисків у дворядного дискового сошника і параметрів клина між ними (рис. 2.1.).

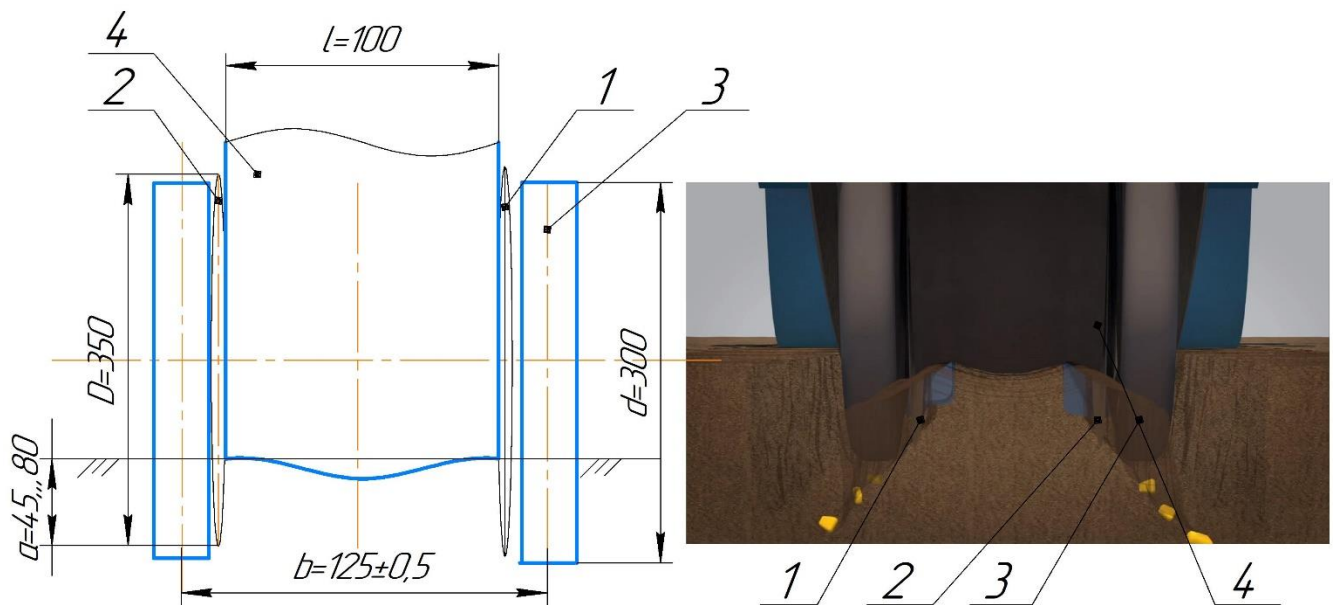


Рис. 2.1. Схема запропонованого дворядкового сошника:

1, 2 – лівий, правий диск сошника; 3 – прикочуючі котки; 4 – вирівнювач міжряддя.

Робота дворядкового робочого органу відбувається наступним чином формування борозенки; укладання насіння в шахматному порядку зміжряддям 150 мм; загортання та прикочкування їх у ґрунті. Форма борозенки, яку утворюють сошники, залежать від положення дисків сошника і параметрів клина дисків.

Проаналізуємо сили, які діють на диски з гострим і тупим кутом атаки в ґрунті. Якщо кут входження сошника у ґрунт α гострий (рис.2.2, а), то рух частинки вгору сошником можливий, коли [7, с. 125.]:

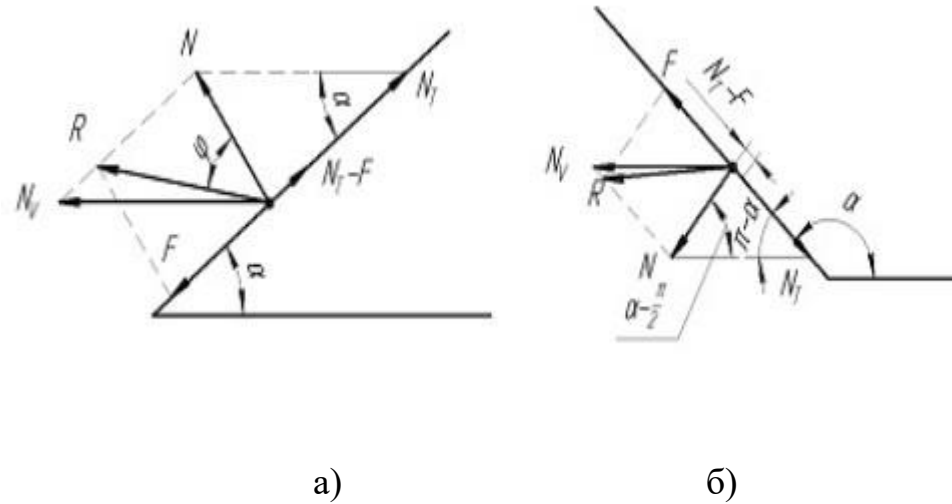


Рис. 2.2. Схема дії сошника на ґрунт: а – з гострим кутом входження;
б – з тупим кутом входження

$$N_T \geq F, \quad (2.1)$$

тобто має виконуватись умова[7, с. 126.]:

$$N \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \geq N \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.2)$$

Або

$$\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \geq \varphi \Rightarrow \alpha \leq \frac{\pi}{2} - \varphi, \quad (2.3)$$

де φ - кут тертя ґрунту по матеріалу сошника.

При такому куті підйому α частинки ґрунту рухаються вгору передньою гранню сошника. Значення кута α забезпечує рихлення ґрунту, тому диски занурюються в ґрунті з утворенням хвилястого мікрорильєфу. Це явище негативне, тому реальний кут входження повинен бути більшим розрахованого.

Якщо кут входження α тупий, то одержуємо наступну умову[7, с. 127.]:

$$N \cdot \operatorname{tg}\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right) \geq N \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.4)$$

Або

$$\alpha - \frac{\pi}{2} \geq \varphi \Rightarrow \alpha \geq \frac{\pi}{2} + \varphi, \quad (2.5)$$

В іншому випадку рух ґрунту по дисках сошника буде забезпечуватись за виконання умови (2.5). Аналізуючи це рівняння, можна зробити висновок, про те, що частинки ґрунту будуть підминатись сошником, а сам сошник буде прагнути вийти з ґрунту, що також не бажано. Отже, оптимальним буде значення кута α , яке буде визначатись межами:

$$\frac{\pi}{2} - \varphi \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} + \varphi, \quad (2.6)$$

Зокрема, для чорнозему, враховуючи кут тертя чорнозему по металу, встановлено, що $59^\circ < \alpha < 121^\circ$.

Для дводискових сошників на розміри та форму борозенки впливають не тільки кут між дисками, але й висота розміщення точки дотику кромek дисків. Нехай, точка M стику дисків знаходиться на висоті, яка визначається кутом α , нахилу радіуса $OM=r$ до вертикалі (рис.2.3). Якщо позначити кут розкриття дисків сошника через ψ , та переріз дисків $A-A$ сумістити з горизонтальною площиною, то відстань BC буде половиною ширини борозенки, яку утворює сошник. З $\triangle BMC$ можна записати:

$$BC = MB \sin \psi/2, \quad (2.7)$$

$$MB = MO - BO, \quad (2.8)$$

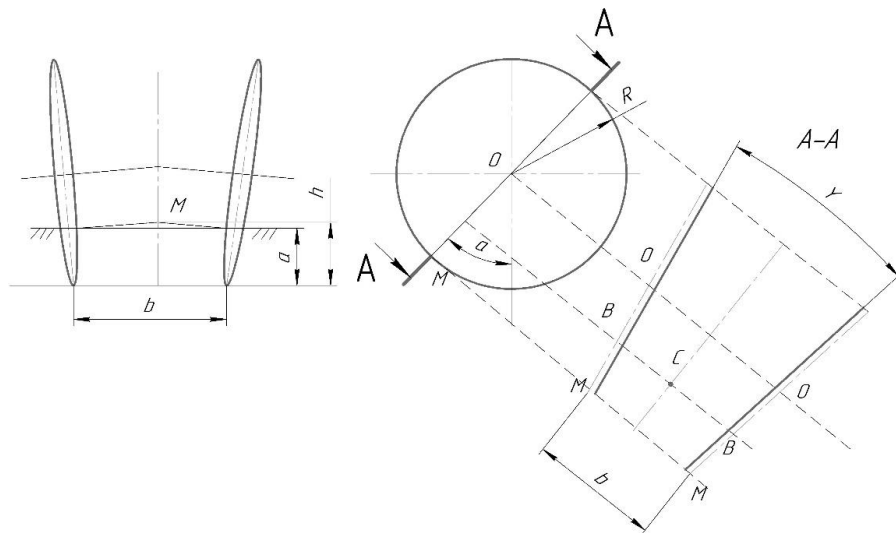


Рис. 2.3. Розрахункова схема дводискового сошника

З $\triangle OBC$ отримаємо:

$$BO = MO \cdot \cos \alpha \Rightarrow MB = r \cdot (1 - \cos \alpha), \quad (2.9)$$

Із (2.7) і (2.9) та з урахуванням того, що подвійна відстань BC рівна ширині борозенки b , яка утворюється сошником, отримаємо:

$$BO = CO \cdot \cos \alpha \Rightarrow MB = r \cdot (1 - \cos \alpha), \quad (2.10)$$

Звідки

$$r = 2 \cdot BC = 2r \cdot (1 - \cos \alpha) \cdot \sin \frac{\psi}{2}, \quad (2.11)$$

Коли точка сходження M піднята занадто високо, тобто $a > \frac{\pi}{4}$, то кожен з дисків працює незалежно, утворюючи індивідуальну борозенку, що необхідно при даному способі сівби. Із виразу для визначення b можна знайти кут сходження дисків ψ . Оскільки висота умовної точки дотику дисків над опорною площиною становить:

$$h = r \cdot (1 - \cos \alpha), \quad (2.12)$$

Тоді

$$\sin \frac{\psi}{2} = \frac{b}{2h}, \quad (2.13)$$

Розміщення насіння в борозенці залежить не тільки від глибини ходу сошника, але й від характеру осипання ґрунту. Для покращення рівномірності розподілу насіння за глибиною у сошниках використовують прикочуючі котки і вирівнювач міжряддя (рис. 2.1).

2.2. Визначення конструкційних параметрів прокочуючого котка

Колеса та котки характеризуються діаметром, шириною обода або робочою шириною захвату котка.

Котки сільськогосподарських машин пересуваються нерівною поверхнею поля. Для виявлення механізму впливу коліс та котків на цю поверхню розглянемо їх взаємодію з окремою грудкою (рис. 2.4).

Оскільки

$$\cos \alpha = \frac{r-h}{r} = \frac{d-2h}{d} = 1 - \frac{2h}{d},$$

Задавшись висотою грудок (нерівностей поля) та кутами тертя φ_1 і φ_2 можна визначити граничне значення діаметра котка d . Для зменшення поздовжнього переміщення ґрунту кут охоплення α приймають $\alpha = 15...20^\circ$. Тоді діаметр колеса можна визначити з умови:

$$d = \frac{2h}{1 - \cos \alpha}, \quad (2.17)$$

Тиск, який чинить коток на ґрунт наближено становить

$$q = \frac{2Q}{B \cdot l}. \quad (2.18)$$

де B - ширина профілю котка, мм;

l - довжина відбитку котка на ґрунті, мм.

Оптимальним тиском для прикочування ґрунту є значення $q = 0.02...0.03$ МПа.

Висновки до розділу 2

1. В процесі моделювання технологічного процесу сівби просапних культур запропоновано конструкцію дискового сошника для дворядної сівби, який забезпечує укладання насіння шахматним порядком, з необхідним кроком.
2. Обґрунтовано конструкційні параметри даного робочого органу, визначено діаметр диска сошника, який становить $D = 350$ мм, діаметр котка $d = 300$ мм, оптимальну ширину встановлення дисків і прикочуючих котків $b = 125$ мм. Встановлено діапазон робочої глибини заробки насіння просапних культур становить $h = 45...80$ мм, що забезпечує стійкість ходу сошника та виконання умови витіснення грудок із борозни для якісного укладання насіння. Встановлено оптимальний тиск для прикочування насіння складає $q = 0.02...0.03$ МПа.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ПРОЕКТУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІВАЛКИ ДЛЯ
ПРОСАПНИХ ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР

3.1. Моделювання сошника секції сівалки та якість виконання процесу

Сівба насіння відбувається таким чином. Вентилятор у пневмосистемі 3 створює надлишковий тиск (близько 4,5 кПа) у висівній камері, який відображається на дисплеї контролера в кабіні оператора трактора. Під час сівби через систему автоматизації і контролю виконання технологічного процесу подається сигнал на привід висівного апарату. Висівні диски починають обертатися і з заданою частотою під норму висіву культури, до отворів дисків повітрям транспортуються і притискаються насінини (рис. 3.1.). Сингулятор 5 забезпечує прикріплення до одного отвору лише однієї насінини. При співпаданні насінини з насіннєпроводом 4, отвір висівного диска перекривається роликом і насінина під тиском повітря потрапляє у підсошниковий простір. Швидкість руху насінини приблизно 12-15 м/с. У сошнику насінина падає в боріздку створену дисками 6 і притискається в ґрунті притискними котками 8. Потім V-подібні котки прикочують верхній шар. Глибина заробки насіння відбувається зміною висоти положення копирів-котків 2 відносно дисків сошника.

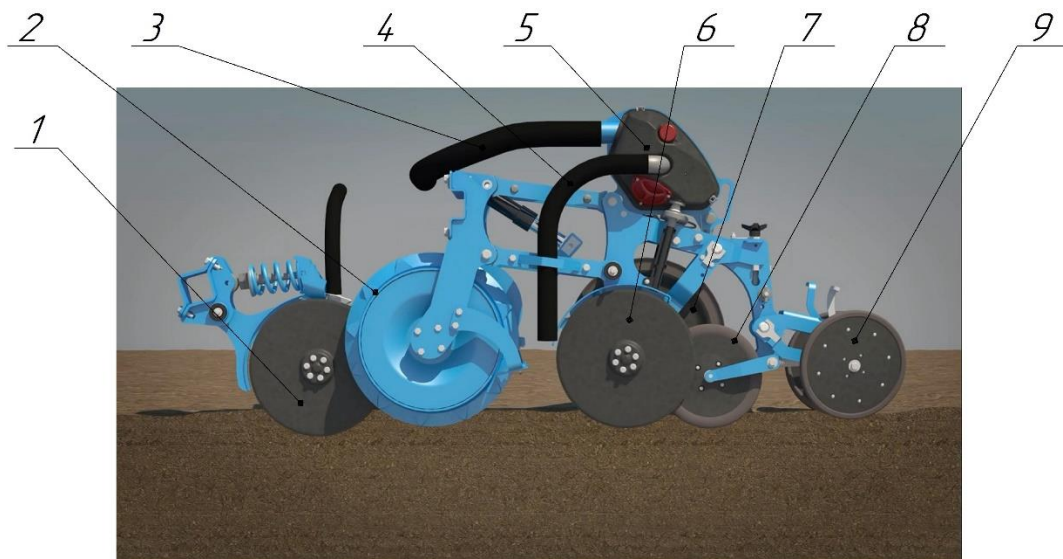


Рис. 3.1. Модель посівної секції просапної сівалки

- 1 – сошник для внесення стартового добрива; 2 – копір-коток вирівнюючий;
 3- пневмопровід; 4- насіннєпровід; 5- сингулятор; 6- сошник дворядковий;
 7- коток-вирівнювач міжряддя; 8- котки притискні; 9- V-подібні котки.

Оцінка якості роботи сошника по розподілу насіння по довжині рядка, яка підтвердила ймовірність події технологічного процесу сівби насіння кукурудзи сівалкою (рис. 3.4.). Середній інтервал між рослинами зростає, це пояснюється тим, що не всі насінини можуть прорости (рис. 3.2., 3.3.). Наслідком даного процесу є зростання коефіцієнту варіації в на 12% ($\nu = 48,3-50,2\%$), але загальна рівномірність розподілу та дистанції дозволяє стверджувати про якісну сівбу.

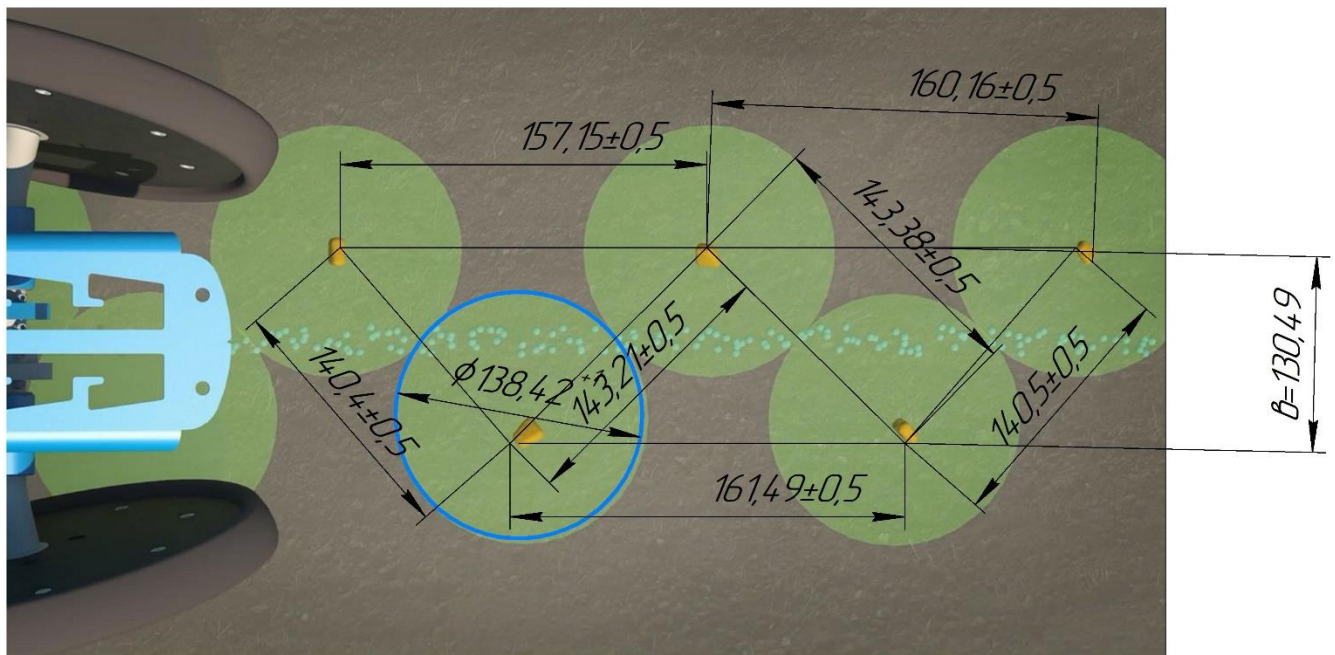


Рис. 3.2. Дослідження якості сівби по розподілу насінин кукурудзи

Моделювання процесу підтвердило забезпечення рівномірного розподілу по довжині рядка так і ширини міжряддя b в межах допустимої погрішності $\Delta = 125 \pm 10$ мм.

Дослідження динаміки площі живлення рослин кукурудзи забезпечило збільшення площі навколо кожної рослини приблизно на 50%. Завдяки цьому рослини отримують більше води та поживних речовин (у порівнянні зі звичайним рядком) і, як наслідок, зростання врожайності.

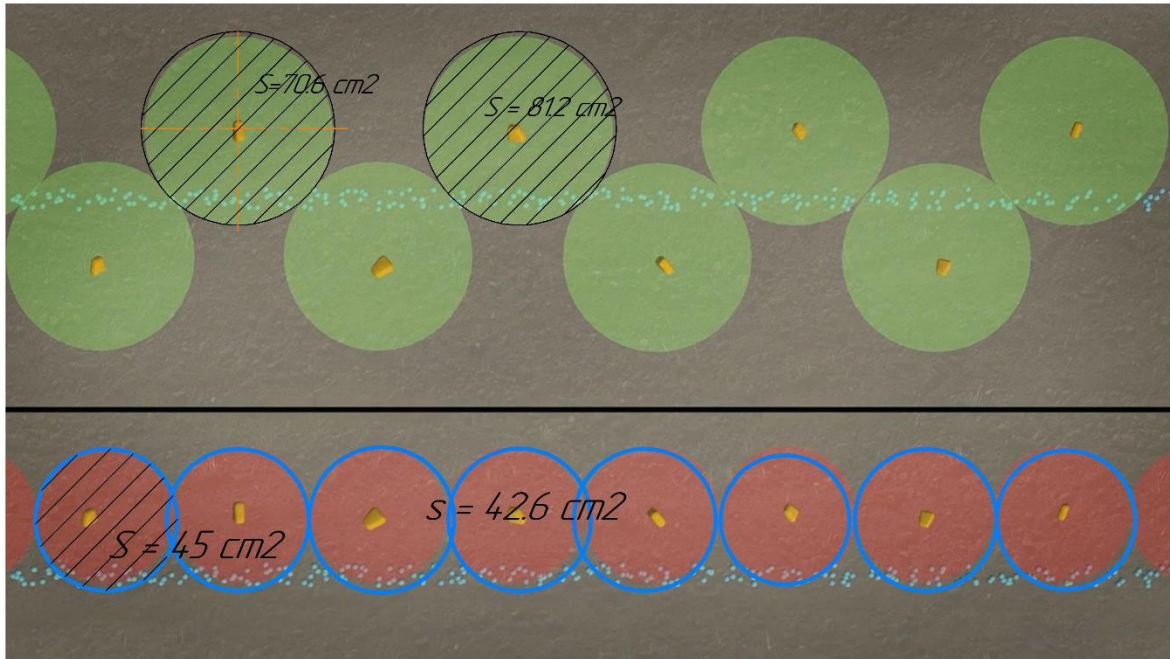


Рис. 3.3. Результати замірів площі живлення рослин двома способами подвійним одинарним рядком

Залежність відсоткової частки середнього значення інтервалу між насінинами, доводить достатню рівномірність розподілу насіння за довжиною рядка, що підтверджуються коефіцієнтом рівномірності. В процесі досліджень встановлено, що він коливається в межах 18,5-22,5%, що значно менше стандартних значень (30-35%). На рис. 3.4. представлена графічна залежність розподілу інтервалів по довжині рядка та між рядами рис.3.5. Аналізуючи дані розподілу (рис. 3.6) можна зробити припущення, що рівномірність розподілу, яка характеризується коефіцієнтом рівномірності $\mu = 0,815-0,795$ є досить високою та надає можливість прогнозувати якість сівби інших просапних культур.

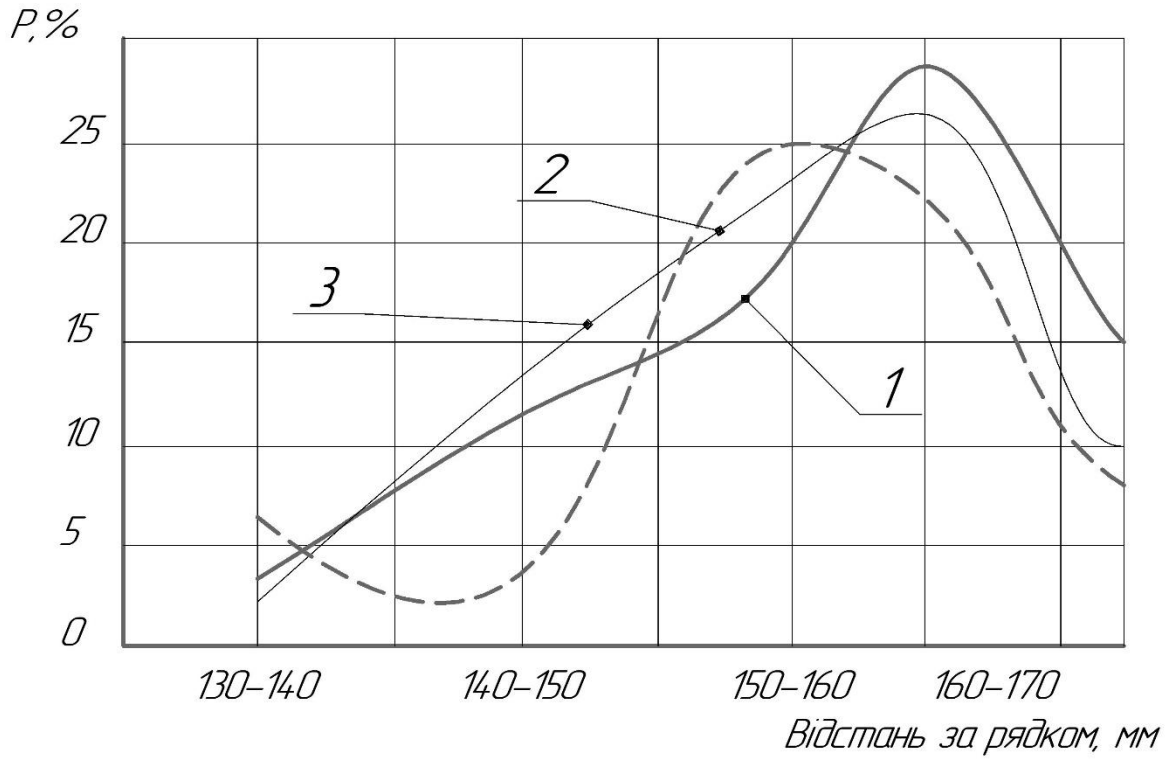


Рис. 3.4. Гістограма розподілу інтервалів між насінням в рядку
1 - розподіл по довжині рядка; 2 – розподіл ширини здвоєного рядка; 3 –
апроксимація даних.

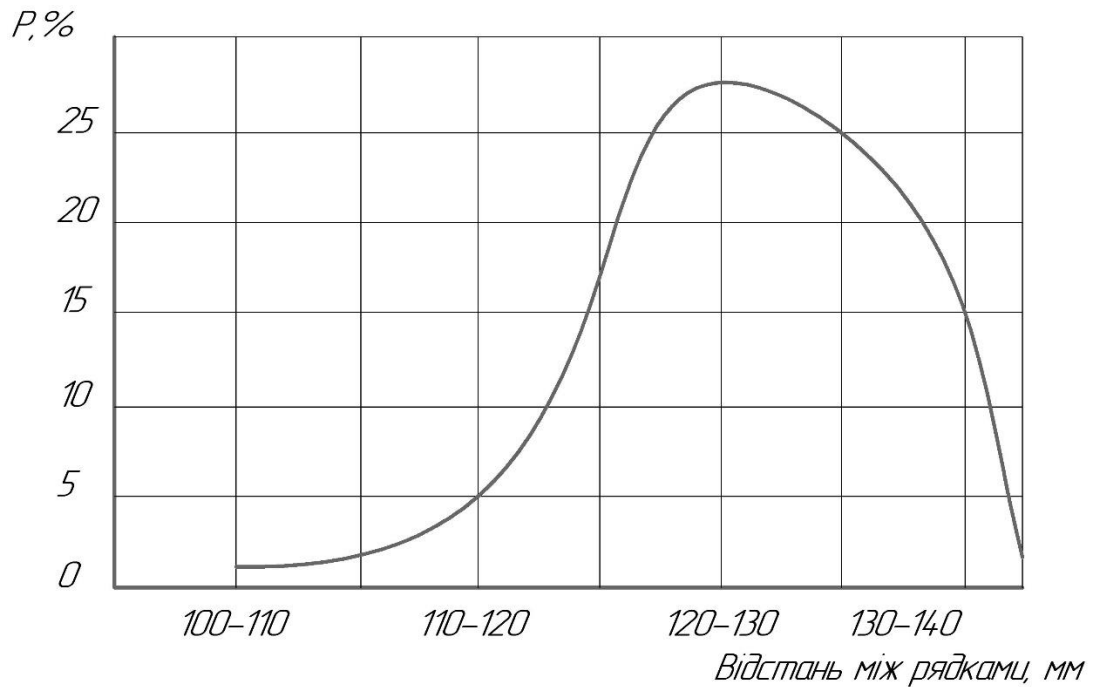


Рис. 3.5. Гістограма розподілу інтервалів між насінням в сусідніх рядках

Даний спосіб статистичних визначень з допомогою ПЕОМ показує, що рівномірність при дворядній сівбі не залежить від густоти посівів та дози висіву. Зміна коефіцієнта рівномірності μ від нерівномірності розподілу насіння по ширині розподілу, характеризується коефіцієнтом варіації інтервалів між сусідніми насінинами V (рис. 3.5) [10, с. 56., 11, с. 124].

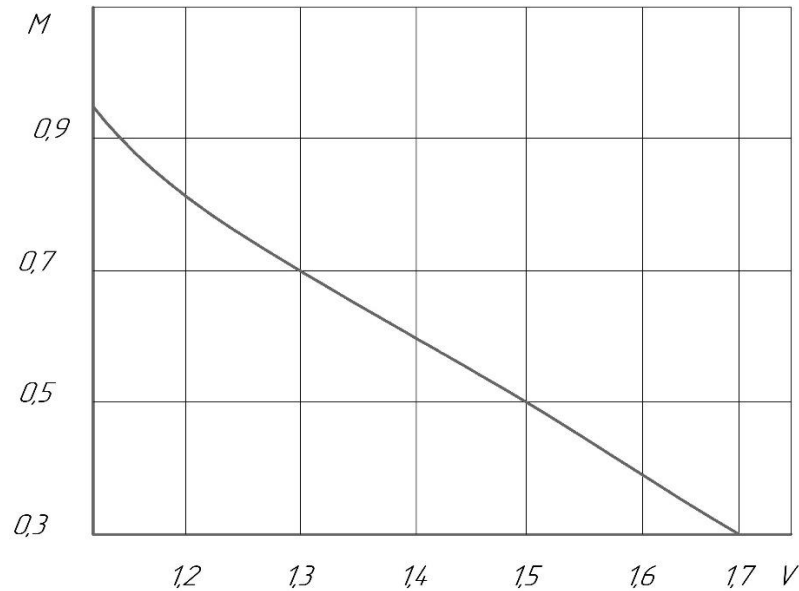


Рис. 3.6. Залежності коефіцієнта рівномірності μ від коефіцієнта варіації інтервалу між сусідніми насінинами V

Такий спосіб сівби умовно можна назвати рядковий зі змінною шириною міжряддя, середнє значення якого L рівна середньому інтервалу між рослинами в рядку b . З урахуванням цього формула для розрахунку коефіцієнта рівномірності μ , який оцінює якість посіву [10, с. 118., 12, с. 10]:

$$\mu = 1 - \frac{1}{nb^2} \sum_{i=1}^n \left[\frac{2b_i^2}{\pi} \arccos \left(\frac{b_i \sqrt{\pi}}{2b} \right) - b_i \sqrt{\frac{b^2}{\pi} - \frac{b_i^2}{4}} \right], \quad (3.1)$$

де b - середній інтервал між сусідніми насінинами;

b_i - випадковий i -й інтервал між сусідніми насінинами.

Критерій оптимізації даного способу сівби та оцінки якості розподілу насінин по довжині рядка сошника, прийнятий коефіцієнт варіації, який розраховується за формулою[10, с. 119., 14, с. 14]:

$$V = \frac{\sigma}{x_{cp}} \cdot 100\% . \quad (3.2)$$

де σ - середнє квадратичне відхилення кількості насінин у рядках від середнього значення, %;

x_{cp} - середнє значення кількості насінин у рядку, %.

Висновки до розділу 3

1. Оцінка якісних показників сівби просапних культур показала, що середній інтервал між рослинами зростає, це пояснюється тим, що не всі насінини можуть прорости. Наслідком даного процесу є збільшення коефіцієнту варіації в на 12% ($v = 48,3-50,2\%$), але загальна рівномірність розподілу підтверджує якісну сівбу.
2. Залежність відсоткової частки середнього значення інтервалу між насінинами, доводить достатню рівномірність розподілу насіння за довжиною рядка, що підтверджуються коефіцієнтом нерівномірності. В процесі досліджень встановлено, що він коливається в межах 18,5-22,5%, що значно менше стандартних значень (30-35%).
3. Рівномірність при дворядній сівбі не залежить від густоти посівів та дози висіву. Зміна коефіцієнта рівномірності μ від нерівномірності розподілу насіння по ширині розподілу, характеризується коефіцієнтом варіації інтервалів між сусідніми насінинами v .

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз сучасних посівних машин показав, що основним недоліком сучасних машин є втрати напору повітря під час сівби, тобто, створюються умови нерівномірного укладання насіння по довжині рядка, та забивання робочих органів рослинними рештками, кореневими системами попередників, і відповідно, висока вартість виготовлення, деякі сівалки коштують по 60...80 тис. євро. Тому необхідність удосконалювати робочі органи та агрегати таких машин постійно існує.
2. В процесі моделювання технологічного процесу сівби просапних культур запропоновано конструкцію дискового сошника для дворядної сівби. Обґрунтовано конструкційні параметри даного робочого органу, визначено діаметр диска сошника, який становить $D = 350$ мм, діаметр котка $d = 300$ мм, оптимальну ширину встановлення дисків і прикочуючих котків $b = 125$ мм.
3. Встановлено діапазон робочої глибини заробки насіння просапних культур становить $h = 45 \dots 80$ мм, що забезпечує стійкість ходу сошника та виконання умови витіснення грудок із борозни для якісного укладання насіння. Встановлено оптимальний тиск для прикочування насіння складає $q = 0.02 \dots 0.03$ МПа.
4. Можна зробити припущення, що рівномірність розподілу, яка характеризується коефіцієнтом рівномірності $\mu = 0,815-0,795$ є досить високою та надає можливість прогнозувати якість сівби інших просапних культур. Рівномірність при дворядній сівбі не залежить від густоти посівів та дози висіву. Зміна коефіцієнта рівномірності μ від нерівномірності розподілу насіння по ширині розподілу, характеризується коефіцієнтом варіації інтервалів між сусідніми насінинами v .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волоха М.П. Моделювання технологічних процесів підготовки ґрунту і насіння до сівби цукрових буряків / М.П.Волоха // Конструювання,виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково - технічний збірник. - Кіровоград: КНТУ. 2013.– Вип. 43, Ч.1. – С. 246-252.
2. **Виробник: МАТЕРМАСС**, [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:<https://avt-ukraine.com.ua>
3. В. Войновський Сівалки точного висіву для просапних культур / Войновський В. // Журнал АгроЕліта 2020 № 10 / 2020.- С. 12-15.
4. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:<https://astra-group.ua/catalogue/tehnika/sivalki/horsch>
5. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:https://dat.kiev.ua/ru/katalog_a/sowing_technology/precision_seeders/pnevmatycheskaia-seialka-tochnoho-vyseva-amazone-ed/
6. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу :<https://www.vaderstad.com/ua/sivba/>
7. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи конструкція, проектування: Підручник для студентів вищих навчальних закладів із спеціальності «Машини та обладнання с.г. виробництва» (За ред. М.Г. Черновола). – Кн.1. К.: Урожай, 2001.-384с.
8. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. - М.: Колос, 1994. – 751с.
9. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины./ Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов и др.; Под общ.ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688с.

10. М.С. Хоменко, В.А. Зырянов, В.А. Носов Механизация посева зерновых культур и трав. Справ очник / - К.: Урожай, 1989. – 168 с.
11. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины.-М.: Машиностроение, 1978. - 178с.
12. Бахмутов В.А., Люблич В.А. Влияние равномерности размещения растений по площади на урожайность // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1981. - №5. - С.9-11.
13. Белов Г.Д., Дьяченко В.А. Комбинированные машины и агрегаты для возделывания сельскохозяйственных культур. - Мн.: Урожай, 1980. - 202с.
14. Белодедов В.А., Островский Н.В. Влияние конструктивных параметров сеялок на равномерность размещения семян // Механизация и электрификация. - 1980. - №3. - С.12...14.
15. Schunke, U. Einzelkorns ger te [Text] / U. Sch nke // Agrartechnik.- 1991. - № 11. - Р. 122-128.