

ANALYSIS OF CREATING A UNIFORM SEED FLOW TO THE FURROW

K. Vasylykovska*

Central Ukrainian National Technical University, м. Kropyvnytskyi, Ukraine

AGRICULTURAL MACHINES

**Key words:**

precise seeding,
coulters,
seed,
soil,
furrow

Article history:

Received 10.07.2025

Accepted 01.10.2025

***Corresponding author:**

vasilkovskakv@ukr.net

ABSTRACT

The sowing process must ensure that the seeds are distributed well over the seedbed, thus providing each seed with nutrients and moisture. The initial uniform flow of seeds is created in the seeding unit of the seeder, where the seeds are placed evenly on the seeding element, transported to the discharge zone and directed to the furrow. An important condition for the coulter to work is not only to create a furrow, but also to maintain a uniform flow of seeds and to place individual seeds at the bottom of the furrow at equal distances from each other and to cover them. Therefore, the choice of a coulter in accordance with the chosen cultivation technology of the respective crop and soil and climatic conditions is an important task. Providing seeds with the best conditions for their development is the link that connects high-quality sowing with a good harvest. According to the technological principle, the coulters are divided into three groups: with a sharp, blunt and straight angle of entry into the soil. Coulters with a sharp angle of penetration (anchor and tine coulters) form a furrow by moving the soil layer from the bottom up, resulting in a loose furrow bottom. Ploughshares with an obtuse angle of penetration (keel, skid and disk) create a furrow by pressing the soil layer from top to bottom, thus creating a compacted furrow bottom. Coulters with a straight angle of entry into the soil (tubular) push the soil layers apart, forming a furrow. The main advantages and disadvantages of each type of coulter are analyzed and determined. The possibilities of different cultivation technologies and different soil and climatic conditions are analyzed. To ensure the quality of the sowing process, when choosing the right sowing unit and coulter group, it is necessary to accurately assess the climatic conditions, soil type and its physical and mechanical properties, moisture supply and field topography. The use of continuous and strip sowing will increase sowing productivity due to the higher speed of the sowing unit and preserve moisture in the soil. Therefore, taking into account the above factors, we will be able to choose the right coulter for the appropriate technology for growing a particular crop.

DOI: 10.36910/acm.vi51.1890

To cite this article:

Vasylykovska, K. (2025). Analysis of Creating a Uniform Seed Flow to the Furrow. *Agricultural Machines*, 51, 24-33. <https://doi.org/10.36910/acm.vi51.1890>

УДК 631.331

АНАЛІЗ СТВОРЕННЯ РІВНОМІРНОГО ПОТОКУ НАСІННЯ ДО БОРОЗНИ

К.В. Васильковська

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький,
Україна

АНОТАЦІЯ

Процес сівби повинен забезпечити якісний розподіл насіння по площі ґрунту, забезпечивши таким чином кожному насінню поживними речовинами та вологою. Початковий рівномірний потік насіння створюється у висівному апараті сіялки, де насіння розміщуються рівномірно на висівному елементі, транспортуються до зони скидання і направляються до борозни. Важливою умовою роботи сошника є не тільки створення борозни, а й збереження рівномірного потоку насіння та укладання окремих насінин на дно борозни на рівних відстанях одна від одної і загортання їх. Тому вибір сошника відповідно до обраної технології вирощування відповідної культури та ґрунтово-кліматичних умов є важливою задачею. Надання насінню тих найкращих умов для початку їх розвитку є саме тією ланкою, яка єднає якісний висів із отриманням гарного врожаю. За технологічним принципом сошники поділяються на три групи: з гострим, тупим і прямим кутом входження у ґрунт. Сошники з гострим кутом входження в ґрунт (анкерні та лапові) утворюють борозну за допомогою переміщення ґрунтового шару знизу вгору, отримуючи пухке дно борозни. Сошники з тупим кутом входження у ґрунт (кілевидні, полозкові та дискові) утворюють борозну вдавлюючи шар ґрунту зверху вниз, таким чином дно борозни виходить ущільненим. Сошники з прямим кутом входження в ґрунт (трубчасті) розсувають ґрунтові шари в сторони, формуючи борозну. Проаналізовано та визначено основні переваги та недоліки кожного типу сошників. Проаналізовано можливості при різних технологіях вирощування та за різних ґрунтово-кліматичних умовах. Для якісного виконання технологічного процесу сівби, обираючи потрібний посівний агрегат та сошникову групу, потрібно точно оцінити кліматичні умови, тип ґрунту та його фізико-механічні властивості, вологозабезпечення та рельєф поля. Використання суцільного та смугового посіву надасть змогу збільшити продуктивність сівби за рахунок більшої швидкості посівного агрегату та збереже вологу у ґрунті. Тому, зваживши на перераховані фактори, ми зможемо правильно обрати той чи інший сошник під відповідну технологію вирощування тої чи іншої культури.

Ключові слова:точний висів,
сошник,
насінина,
ґрунт,
борозна**Історія публікації:**

Отримано 10.07.2025

Затверджено 01.10.2025

***Автор для листування:**

vasilkovskakv@ukr.net

DOI: 10.36910/acm.vi51.1890

Цитувати цю статтю:

Васильковська, К. В. (2025). Аналіз створення рівномірного потоку насіння до борозни. Сільськогосподарські машини, 51, 24-33. <https://doi.org/acm.vi51.1890>

СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур передбачають все більше застосування елементів цифровізації. Процес впровадження сучасних інформаційних і комунікаційних технологій для підвищення ефективності та продуктивності сільськогосподарських операцій не можливий без програмування врожайності (Васильковська та ін., 2016; Васильковська, 2018-1).

Тому, слід приділити найбільше уваги посіву, так як забезпечення схожості та проростання рослин – є кроком до їх рівномірного проростання і появи сходів рослин в найкоротші терміни, що дозволяє уникнути втрат насіння і, як наслідок, втрат врожаю сільськогосподарських культур (Botta et al., 2023).

Врожайність напряму залежить від того, як розвивається посіяна культура, які початкові умови для її зростання складаються на кожному конкретному полі протягом усього періоду вегетації. Тобто врожайність – це підхідна від площі живлення рослини і забезпеченості її вологою та поживними речовинами. Найкраще розміщення насінин забезпечується посівною системою, яка включає себе висівний апарат і елементи загортання насіння (Морозов та ін., 2013).

Таким чином, в системі висіву просапних культур важливу роль займає саме точне укладання насінини в борозну. При цьому реалізується головна мета – закладення насінини рівномірно щодо площі її живлення, що є основою для оптимального проростання її та створення однакових умов розвитку для всіх насінин (Морозов та ін., 2013; Васильковська, 2018-2).

Для різних культур величина і форма площі живлення на початковому етапі регулюється нормою висіву і способом розміщення насіння в борозні. Нерівномірність посіву призводить до погіршення умов проростання насіння, зміни площі живлення та, як наслідок, до зниження польової схожості насіння, що призводить, в кінцевому випадку, до зменшення врожайності насіння (Войтик, 2018; Зубко та ін., 2016).

Для обрання тої технології вирощування та висіву насіння слід враховувати кліматичні умови зони вирощування культури, тип та стан ґрунту, погодні умови, форму насіння, якість насіннєвого матеріалу, спосіб сівби, глибину заробки насіння, розподіл насіння за площею живлення, наявність бур'янів та шкідників і хвороб на обраному полі.

Початковий рівномірний потік насіння створюється у висівному апараті сівалки, де насінини розміщуються рівномірно на висівному елементі, транспортуються до зони скидання і направляються до борозни (Vasytkovska et al., 2014). Важливою умовою роботи сошника є не тільки створення борозни, а й збереження рівномірного потоку насіння та укладання окремих насінин на рівних відстанях одна від одної на дно борозни і загортання їх.

Закладання насінини у ґрунт є тією завершальною стадією посіву, при якій відбувається початок взаємозв'язку насінини із ґрунтом з метою зміни властивостей насіння та створення умов для проростання його. І саме задача сошника якісно укласти насінину в борозну для подальшого її проростання.

Мета дослідження: провести аналіз існуючих конструкцій сошників для точного висіву, їх ролі в створення однонасіннєвого потоку насіння до борозни для пошуку шляхів усунення їх недоліків та покращення переваг.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

В процесі проведення дослідження виконано огляд літературних джерел. На основі аналізу досліджень було встановлено основних функціональних особливостей сошників із різними кутами входження в ґрунт, виявлено переваги та недоліки кожного виду їх конструкцій та запропоновано напрямки їх вдосконалення.

Під час проведення досліджень використано методи аналізу, синтезу, наукової абстракції та комплексного підходу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Збільшення продуктивності сільськогосподарського виробництва неможливе без вдосконалення техніки для посіву, а саме: підвищення якості посіву та стабільності виконання технологічного процесу.

Як відомо, технологічна операція посіву поділяється на дві складові: рівномірна подача насіння висівним елементом від бункера з насінням до сошників та підготовка борозни, укладання насіння в неї і загортання. Тож, частина технологічної операції за яку відповідає сошник є не менш важливою, ніж та за яку відповідає висівний апарат.

При цьому саме сошник відповідатиме за більшу частину дотримання агротехнічних вимог.

За принципом дії сошники поділяються на дві групи: поступального та обертального руху (*Сисолін та ін., 2001*).

За технологічним принципом сошники поділяють три групи: з гострим, тупим і прямим кутом входження у ґрунт (**рис. 1**) (*Сало та ін., 2016; Думич, 2014*).

з гострим кутом	з тупим кутом	з прямим кутом
анкерні	кілевидні	трубчасті
лапові	полоскові	
	дискові	

Рис. 1. – Поділ сошників за кутом входження в ґрунт

Борозна у сошника з гострим кутом входження в ґрунт (анкерні та лапові сошники) утворюється переміщенням ґрунтового шару знизу вгору, таким чином ми отримуємо пухке дно борозни.

Сошники з тупим кутом входження у ґрунт (кілевидні, полоскові та дискові сошники) утворюють борозну вдавлюючи шар ґрунту зверху вниз, таким чином дно борозни виходить ущільненим.

Сошники з прямим кутом входження в ґрунт (трубчасті сошники) розсувають ґрунтові шари в сторони, формуючи борозну.

Виходячи із того, яку саме борозну утворює той, чи інший сошник, створюється необхідна поверхня ложа борозни, що впливатиме на проростання насінини (*Зубко, 2020*).

Будь-який сошник, незалежно від конструктивних особливостей, повинен забезпечувати наступне:

- очищення посівного ложа від органічних залишків;
- укладання насіння у посівний горизонт;
- постійна глибина висіву;
- самоочищення;
- загортання насіння достатньою кількістю вологого ґрунту;
- пристосування до змінних ґрунтових умов;
- наявність захисту від каміння для безперебійної роботи;
- забезпечення оптимальну якість висіву при робочій швидкості до 20 км/год.;
- наявність значного терміну використання та низькі експлуатаційні витрати на обслуговування.

Проаналізуємо переваги і недоліки тих видів сошників, які використовуються на сівалках точного висіву.

Першими роздивимось сошники із гострим кутом входження в ґрунт.

Анкерні сошники є класичними сошниками (**рис. 2а**). Вони розрізають ґрунт, формуючи посівне ложе. Анкерні сошники застосовуються для висіву на полях з якісно проведеною передпосівною підготовкою ґрунту. Завдяки тупому куту входження в ґрунт, анкерні сошники утворюють щільне насіннєве ложе, рівномірно розкладаючи насіння по глибині. Також, ці сошники добре працюють на малих глибинах, що важливо для деяких сільськогосподарських культур. Анкерні сошники є достатньо чутливими до нерівностей поля та стану ґрунту на ньому (Зубко, 2020; Сало та ін., 2017).

Накінечник анкерного сошника, зазвичай, виконано змінним із чавуну. Для виконання операції посіву за нульової або стрічкової технології використовуються накінечники особливої форми.

Перевагами таких сошників є простота конструкції та можливість їх використання як для точного висіву, так і для стрічкового посіву.

Недоліком анкерних сошників при неякісній підготовці поля до сівби, насіння може лишатись загорнутим у ґрунт. Крім того, для посіву за нульовою технологією посів обмежений.



Рис. 2. – Загальний вигляд сошників із гострим кутом входження в ґрунт:
а – анкерний; б – лаповий

В свою чергу, лапові сошники (**рис. 2б**) застосовуються для висіву насіння зернових культур по необробленій стерні на легких ґрунтах, схильних до вітрової ерозії (Сало та ін., 2022). Такі сошники слід застосовувати при одночасному розпушенні ґрунту та знищенні бур'янів в якості культиваторів та виконувати посів із внесенням мінеральних добрив.

Лапові сошники бувають для рядкового (стрічкового) та безрядкового посівів.

До недоліків лапових сошників слід віднести погіршення висіву насіння, яке має високий коефіцієнт пружності при падінні з насіннепровода, зменшуючи, при цьому рівномірність висіву як по площі так і по глибині загортання.

До групи сошників із тупим кутом входження належать наступні сошники – кілевидні, полозовидні та дискові. (**рис. 3**).

Кілевидні сошники (**рис 3а**) застосовують в основному для висіву насіння на невелику глибину (Сало та ін., 2022; Сало та ін., 2012). Такі сошники використовуються в зонах із недостатнім зволоженням. До переваг кілевидних сошників слід віднести дотримання більш стабільної глибини загортання насіння та більш якісного формування борозни із насіннєвим ложем для розміщення насіння.

Ефективно застосовувати кілевидні сошники на ґрунтах добре розпушених для насіння, закладання якого відповідно до агровимог допускається на невелику глибину. Так, кілевидні сошники завдяки тупому куту входження в ґрунт, створюють U- подібне ущільнене дно борозни за рахунок дії сил наральника на ґрунт. В такому випадку, вологий шар ґрунту не виноситься на поверхню і не висушується, причому, дно борозни є ущільненим. Це забезпечує надходження вологи з нижніх шарів ґрунту до насіння, сприяє рівномірному розміщенню насіння по глибині та забезпечує добру польову схожість насіння.

Зазвичай, такі сошники використовуються на зернотукотрав'яних сівалках для сівби трав, а також можуть бути використані і для сівби зернових культур, глибина загортання насіння яких не перевищує 4 см.

Кілевидні сошники добре працюють на легких за механічним складом ґрунтах. На важких ґрунтах заглибити такі сошники на глибину 6-8 см (сівба озимих) дуже важко. Також, слід зазначити, що кілевидні сошники практично не працюють на засмічених полях, так як забиваються рослинними рештками.



а



б



в



г

Рис. 3. – Загальний вигляд сошників із тупим кутом входження в ґрунт:

а – кілевидний; б – полосковий, в – однодисковий, г – дводисковий

Полоскові сошники (рис. 3б) найбільше поширення отримали на сівалках точного висіву просапних, овочевих та олійних культур, де висів відбувається безпосередньо в підготовлений ґрунт і висівний апарат знаходиться прямо над сошником, уникаючи перерозподілу насіння в насіннєпроводах (Сало та ін., 2012). Висів в таких посівних системах здійснюється як на малі глибини 1,5-4 см, так і на глибину до 12 см.

Ніж-наральник, щоки і клиновидні полози разом утворюють борозну з ущільненим насіннєвим ложе. Наральник створює борозну, щоки запобігають осипанню стінок, а п'ятка ущільнює дно борозни. Процес загортання насіння в полозковому сошникові відбувається достатньо якісно утворення клиноподібної ущільненої борозни, яка утримує насіння на заданій глибині.

До недоліків притаманним даному виду сошників слід віднести неможливість роботи в умовах нульового посіву та певні труднощі при стрічковім висіві.

Найбільш розповсюдженими в світі є наступний різновид сошників із тупим кутом входження в ґрунт – дискові сошники. Дискові сошники поділяються однодискові (рис. 3в) та дводискові (рис. 3г).

Робота однодискових сошників подібна до роботи дискової борони. Сошник обертається у ґрунті під кутом 3-7° до напрямку руху, що дозволяє під час руху відхиляти пожнивні залишки і верхній шар ґрунту дещо вбік. За диском розташовано борозник, який і утворює посівне ложе, в яке лягає насіння.

Перевагами однодискових сошників є можливість посіву по мульчі, вони добре працюють при нульовій технології обробітку та при стрічковому посіві. Такі сошники потребують мінімального технічного обслуговування і мають достатньо просту конструкцію.

До недоліків слід віднести появу ефекту подвійного ряду, коли ряди можуть наближатись один до одного внаслідок зношування навішування. Для вирішення цієї проблеми сошники встановлюються на трубі, яку можна переміщувати під час регулювання (Сало та ін., 2022).

На відміну від однодискових сошників, дводискові мають пару. Диски розташовані поряд та утворюють V-подібне насіннєве ложе. До борозни, яка утворюється таким чином, потрапляє насіння. Зазвичай, парні диски утворюють кут близько 3° по напрямку руху (Сало та ін., 2012; Zeng et al., 2021).

Чистоту дисків у дводискових сошників підтримують скребки, які розташовані позаду дисків, що забезпечує менше зношення та краще очищення дисків з обох сторін.

Слід зазначити, що перевагою дводискових сошників, які і однодискових, є можливість посіву по мульчі. Такі сошники менш чутливі до рослинних решток на полі та неякісно проведеного передпосівного обробітку ґрунту (Думич, 2014). Вони показали себе при роботі із нульовою і стрірковою технологією висіву. Також, дводискові сошники мають високу якість укладання насіння в борозну, завдяки центрованому руху сошників.

Найбільшою перевагою дискових сошників являється практично відсутнє налипання вологого ґрунту. Обидві конструкції дискових сошників забезпечують надійний процес посіву в умовах важких та грудкуватих ґрунтів, засмічених рослинними рештками та залишками кореневих систем за достатньо великій швидкості – до 20 км/год.

До недоліків слід віднести нерівномірність глибини загортання насіння те, що дискові сошники не створюють посівної борозенки з щільним насіннєвим ложем. Крім того, дводискові сошники мають більш складну конструкцію в порівнянні з однодисковими сошниками.

Слід зазначити, що дискові сошники можуть бути зубчатими, покращуючи таким чином якість розрізання верхнього шару ґрунту. Крім того, такі диски виготовляються опуклої форми. Перевагою дисків опуклої форми є те, що вони вимагають менше місця, відкидають менше ґрунту, а також дозволяють працювати з вузькими міжряддями (Aliiev et al., 2024).

До групи сошників із прямим кутом входження в ґрунт відносяться трубчасті сошники (рис. 4).

Трубчасті сошники встановлюються на зернових сівалках для сівби по стерні та ґрунтах, що піддаються вітровій ерозії. Такий сошник має достатньо просту конструкцію та

складається з трубки і наральника, що є його вагомою перевагою. Під час роботи сошник вібрує, що сприяє його самоочищенню (Сало та ін., 2012).

До недоліків такого сошника слід віднести те, що глибина загортання насіння не завжди відповідає вимогам.



Рис. 4. – Загальний вигляд сошника із прямим кутом входження в ґрунт - трубчастого

Україна є великою країною із потужним сільським господарством. В усіх кліматичних зонах є свій набір культур, які культивуються. Із змінами кліматичних умов відбувається поступове зміщення кордонів цих зон. Ті культури, які повсякчас культивувались в зоні Степу, поступово переходять до зони Лісостепу та Полісся, де їм комфортніше (Vasylkovska et al., 2024). Тому пошук універсальної технології висіву триває весь час. Чи можна рекомендувати універсальний сошник для всіх типів ґрунтів? Очевидно, що ні. В Україні налічується 39 типів ґрунтів, які включають 91 вид, які істотно відрізняються між собою за фізико-механічними властивостями (Морозов та ін., 2013). Однак можлива така конструкція сошника яка забезпечить певну універсальність для певної групи культур в межах обраної технології вирощування.

Із обранням захисних технологій, які вимагають зміни кліматичних умов, слід звернути увагу на долотовидні сошники (рис. 5).



Рис. 5. – Загальний вигляд сошника із гострим кутом входження в ґрунт - долотовидного

Долотовидні сошники можуть розпушувати навіть сухий, твердий ґрунт і справляються з товстим шаром мульчі. Використання такої сошникової групи під час посіву надає можливість не проводити ніякого іншого обробітку ґрунту. Сошник має форму частини лапи культиватора і працює на встановленій глибині.

Такі сошники використовуються при смуговій технології обробітку ґрунту з одночасним внесенням добрив. Таким чином, насіння закладається в оброблені смуги, при цьому майбутні паростки будуть забезпечені достатньою кількістю поживних речовин, що сприятиме розвитку здорової кореневої системи. Конструкція дозволяє використовувати високі робочі швидкості і є хорошою альтернативою для великих площ.

Перевагою долотовидних сошників є хороша придатність для посіву по мульчі, висока продуктивність, можливість прямого посіву, проста конструкції машини. Такий висів має також таку перевагу, як боротьба із ерозією та зменшення вимивання ґрунту і збереження вологості.

Таким чином, при обранні того чи іншого сошника потрібно точно оцінити умови роботи, а саме: клімат, тип ґрунту, рельєф. Також, слід обрати технологію обробітку ґрунту та технологію вирощування обраної культури. Після обрання технології, визначаються необхідні добрива та їх дози. Суцільний та смуговий висів дає змогу збільшити продуктивність посіву за рахунок більшої швидкості або кількості агрегатів. Тому, зваживши на перераховані фактори, ми зможемо правильно обрати той чи інший сошник під відповідну технологію вирощування тої чи іншої культури.

ВИСНОВКИ

Для забезпечення найбільш сприятливих умов проростання насіння їх потрібно укладати сошником у борозну з ущільненим дном і закривати зверху рихлим ґрунтом.

Тож слід зазначити, що для обранні потрібного посівного агрегату та сошникової групи в ньому потрібно точно оцінити кліматичні умови, тип ґрунту та його фізико-механічні властивості, вологозабезпечення та рельєф поля. При обранні потрібної технології обробітку ґрунту та відповідної технології вирощування обраної культури, визначаються необхідні для внесення добрива та їх дози. Використання суцільного та смугового посіву надасть змогу збільшити продуктивність сівби за рахунок більшої швидкості посівного агрегату або збільшення їх кількості. Тому, зваживши на перераховані фактори, ми зможемо правильно обрати той чи інший сошник під відповідну технологію вирощування тої чи іншої культури.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Васильковська К.В., Трикіна Н.М., Васильковський О.М. (2016). Точний висів просапних культур крок до програмування врожаю (*Precision sowing of row crops is a step towards crop programming*). Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти, 4, 88-97.
- Васильковська К.В. (2018). Системний аналіз конструкцій пневмомеханічних висівних апаратів для точного висіву насіння просапних культур (*System analysis of pneumatic sowing machines for precision sowing of row crop seeds*). Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник, 48, 22-35. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2018.48.22-35>
- Botta G.F., Romay C., Rivero E.R.D., Ezquerro-Canalejo A., Ghelfi D.G. and Hidalgo R.J. (2023). Quantification of the effects of agricultural machinery traffic on soil and sunflower yields (*Helianthus annuus* L.). *Agriscientia*, 40(2), 23-35. DOI: <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v40.n2.40953>
- Морозов І., Макаренко М. (2013). Вибір сошника (*Selecting the coulter*). *Агробізнес сьогодні*. Retrieved February 17, 2025, from <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1013-vybir-soshnyka.html>
- Васильковська К.В. (2018). Сівалки точного висіву – фаворити ринку (*Precision seeders are market favorites*). *Пропозиція*, 2, 52-57.
- Войтик А. (2018). Поради експерта: як правильно вибрати сошник для сівалки? (*Expert advice: how to choose the right coulter for a seeder?*). *Аграрне інформаційне агентство Agravery*. Retrieved February 19, 2025, from <https://agravery.com/uk/posts/show/poradi-eksperta-ak-pravilno-vibrati-sosnik-dla-sivalki>

- Зубко В.М., Сіренко В.Ф., Кузіна Т.В. (2016). Аналіз конструкцій сошників посівних машин (*Analysis of the design of sowing machine coulters*). *Інженерія природокористування*, 1(5), 98-102.
- Vasylovskaya, K., Vasylovskyy, O. (2014). The influence of shape and type of sowing disc cells on the seed dosage quality. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(7), 33-36. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.29272>
- Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. (2001). *Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування (Agricultural machinery: theoretical foundations, construction, design)*. К.: Урожай.
- Сало В., Гайденко О. (2016). Основні типи сошників для прямої сівби зернових культур (*Main types of coulters for direct sowing of grain crops*). *Агробізнес сьогодні*. Retrieved February 20, 2025, from <https://agro-business.com.ua/agro/mechanizatsiia-apk/item/1242-osnovni-typy-soshnykiv-dlia-priamoi-sivby-zernovykh-kultur.html>
- Думич В. (2014). Сошники на всі випадки (*Coulters for every occasion*). *AgroTimes*. Retrieved February 21, 2025, from <https://agrotimes.ua/article/soshniki-na-vsi-vipadki/>
- Зубко В. (2020). Обґрунтування та вибір агромашин за обраними робочими органами (*Justification and selection of agricultural machines by selected working bodies*). *Інженерія природокористування*, 1(15), 36-43. DOI: [https://doi.org/10.37700/enm.2020.1\(15\).36-43](https://doi.org/10.37700/enm.2020.1(15).36-43)
- Сало В., Лузан П. (2017). Дисковий та анкерний сошники для прямого висіву зернових культур (*Disc and anchor coulters for direct sowing of grain crops*). *Пропозиція*. Retrieved February 21, 2025, from <https://propozitsiya.com.ua/diskoviy-ta-ankerniy-soshniki-dlya-priamogo-visivu-zernovykh-kultur>
- Сало В., Лещенко С., Лузан П., Сало Л. (2022). *Машини для сівби, садіння та догляду за посівами: Навчальний посібник (Machines for sowing, planting, and tending crops: Study guide)*. – Кропивницький: Лисенко В.Ф.
- Сало В.М., Лузан О.Р., Лузан П.Г., Мачок Ю.В. (2012). *Загортаючі робочі органи для прямої сівби зернових культур (Sowing tools for direct sowing of grain crops)*. – Кіровоград: СПД ФО Лисенко В.Ф.
- Aliiev, E., & Tesliuk, H. (2024). Analytical justifications of constructive parameters of bionic colters for vertical soil treatment. *Machinery & Energetics*, 15(3), 129-139. DOI: <https://doi.org/10.31548/machinery/3.2024.129>
- Zeng Z., Thoms D., Chen Y., & Ma X. (2021). Comparison of soil and corn residue cutting performance of different discs used for vertical tillage. *Scientific Reports*, 11, 2537. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82270-9>
- Vasylovskaya K., Andriienko O., Malakhovska V., Vasylovskyy O., Andriienko A. and Shepilova T. (2024). Analysis of effective sunflower cultivation zones using the example of Ukraine. *Agronomy Research*, 22(3), 1362–1376. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.24.097>
- Зернові сівалки (*Grain seeders*). *BEDNAR*. Retrieved February 26, 2025, from <https://www.bednar.com/uk>
- Артеменко Д. (2023). Дослідження конструкційних параметрів елементів сошника для посіву просапних культур (*Study of the structural parameters of the coulters elements for sowing row crops*). *Науково-технічні дослідження у галузі механічної інженерії та транспорту: колективна монографія*. – Івано-Франківськ : Видавець Кушнір Г.М. 72-109.