

15. McKee T. B., Doesken N. J., Kliest J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*. Anaheim, USA, 1993. P. 179–184.
16. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Адаменко Т. І. Агрометеорологічні прогнози : підручник. Одеса. ТЕС. 2017. 508 с.
17. Sheffield J., Wood E. F., Roderick M. L. Little change in global drought over the past 60 years. *Nature (Gr. Brit.)*. 2012. V. 491, N 7424. P. 435–438.
18. Lloyd-Hughes B., Saunders M. A. A drought climatology for Europe. *Int. J. Climatol.* 2002. V. 22, N 13. P. 1571–1592.
19. Томашевський Ю. Необхідність використання погодних індексів у страхуванні природно-кліматичних ризиків рослинництва в Україні. *Аграрна економіка*. 2017. Т. 10, № 1–2. С. 100–105.

УДК 631.3.06.001.66

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.30>

## ОГЛЯД НОВІТНІХ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЗБІЛЬШЕННЯ ВРОЖАЮ

**Рудь А.В.** – д.філософії в галузі технічних наук, професор,  
завідувач кафедри агроінженерії і системотехніки імені Михайла Самокиша,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

У статті викладено результати огляду новітніх посівних агрегатів точного висіву, що використовуються в українському сільському господарстві, виробників John Deere, Amazone, Kuhn, Lemken та Great Plains, та їх вплив на збільшення врожаю.

Якість сівби є одним із ключових факторів вирощування рослин, оскільки рівномірність розподілу насіння по полю впливає на відстань між рослинами. Новітні дослідження впливу роботи сямко на продуктивність сільськогосподарських культур показують, що найбільше на врожайність впливає рівномірність проростання рослин. При цьому норма висіву має найменше значення, а фактор відстані між рослинами, тобто точність розкладки насіння, впливає на врожайність більше. Під точністю висіву розуміють оптимальне розташування насіння як площею, так і по глибині поля.

Однією з основних переваг нових посівних агрегатів полягає в тому, що вони можуть забезпечити більш точне розсіювання насіння, що зменшує витрати на насіння та забезпечує більш якісну посівну поверхню. Розглянуті посівні агрегати можуть забезпечувати різні види посіву, як-от: посів на глибину, відкритий посів, точковий посів і рядковий посів.

Усі наведені в дослідженні моделі сучасних сівалок мають високу точність сівби, що дозволяє знизити кількість насіння, яке не приживається, а також збільшити врожайність, забезпечуючи максимальну точність розсіювання і мінімальну витрату насіння.

Новинка на ринку України від виробника Great Plains (США) – сівалка PL5700 має найбільшу робочу ширину до 18,3 м і бункер для насіння до 6800 л, хоча налаштування міжряддя не таке гнучке, порівняно з іншими моделями. Модель сівалки PRECEA 4500-2 Amazone (Німеччина) має налаштування 450–800 мм. Представлені сівалки мають автоматичне керування, що дозволяє забезпечити рівномірні густоту і глибину сівби й уникнути пересічок на полі й витрату насіння.

Дослідження впливу використання новітніх моделей сіваок на врожайність соняшника показують, що глибина закладення насіння суттєво впливає на урожайність: на глибині 4 см врожайність склала 3,37 т/га, на глибині 6 см – 3,41 т/га, на глибині 8 см – 3,39 т/га. Тому правильний вибір й експлуатація сівалки точного висіву дасть змогу закласти підвалини високої врожайності вже на старті розвитку рослин.

**Ключові слова:** сівба, сямко, внесення добрив, глибина закладки насіння, GPS-технології, урожайність.

**Rud A.V. Overview of the newest sowing units and their influence on increase of field**

The article presents the results of a review of the newest precision seeding units used in Ukrainian agriculture by manufacturers John Deere, Amazone, Kuhn, Lemken and Great Plains, and the impact of their seeding quality characteristics on the increase in yield.

The quality of sowing is one of the key factors in growing plants, because the uniformity of seed distribution over the field directly affects the distance between plants. The latest studies of the influence of seeder operation on the productivity of agricultural crops show that the uniformity of plant germination has the greatest effect on productivity. At the same time, the seeding rate has the least importance, and the factor of the distance between plants, that is, the accuracy of seed placement, affects the yield more. The accuracy of sowing is understood as the optimal placement of seeds both in area and depth of the field.

One of the main advantages of the new seeding units is that they can provide more accurate seed distribution, which reduces seed costs and provides a higher quality seedbed. Seeding units can also reproduce very precise rows, which allows for uniform placement of plants on the field. The considered sowing units can provide different types of sowing, such as deep sowing, open sowing, point sowing and row sowing.

All the models of modern planters shown in the study have high accuracy of sowing, which allows to reduce the number of seeds that do not take root, as well as to increase the yield, ensuring maximum accuracy of scattering and minimal consumption of seeds.

A novelty on the Ukrainian market from the manufacturer Great Plains (USA) – the planter PL5700 has the largest working width of up to 18.3 m and a hopper for seeds – up to 6800 l, although the adjustment of the row spacing is not as flexible as compared to other models. The PRECEA 4500-2 Amazone seeder model (Germany) has a setting of 450–800 mm. The presented planters have automatic control, which allows you to ensure uniform density and depth of sowing and avoid intersections in the field and loss of seeds.

Studies of the influence of the use of the latest models of seeders on sunflower productivity show that the depth of planting seeds significantly affects productivity: at a depth of 4 cm, the yield was 3.37 t/ha, at a depth of 6 cm – 3.41 t/ha, at a depth of 8 cm – 3.39 t/ha. Therefore, the correct choice and operation of the precision seeding planter will make it possible to lay the foundations of high yield already at the start of plant development.

**Key words:** sowing, seeder, application of fertilizers, seeding depth, GPS technologies, productivity.

**Постановка проблеми.** Рівень технічного забезпечення є важливим фактором розвитку галузі рослинництва в сучасних умовах. Цей рівень визначається такими характеристиками, як кількість та якість наявних засобів, їх продуктивність, відповідність екологічним стандартам, а також низькі економічні показники виробництва. Вирішення проблеми інноваційного техніко-технологічного забезпечення є однією з багатьох невідкладних задач, пов'язаних із впровадженням сільськогосподарських культур [2, с. 97].

Збільшення врожаю, зниження затрат живої праці й збільшення долі суспільної праці можливе лише за умови вискоєфективного використання техніки, щоб знизити собівартість сільськогосподарської продукції, яка виробляється. Посівні агрегати є ключовими компонентами сільськогосподарської техніки, які повинні відповідати високим стандартам якості й продуктивності. Крім того, їхній вплив на навколишнє середовище має бути мінімізованим, тому необхідно враховувати екологічні показники під час їх розробки й використання.

Урожайність сільськогосподарських культур залежить від багатьох факторів, включаючи тип ґрунту, погодні умови, добрива, що використовуються, якість насіння, методи і засоби меліорації. Застосування сучасних сівалок дозволить отримати високу якість посівів, що зі свого боку позитивно вплине на врожайність [1, с. 53].

За останні роки в Україні й за кордоном спостерігаємо тенденцію до розробки нових технічних і технологічних рішень для створення сівалок [3]. Їх характеризує підвищена універсальність й уніфікація, що дозволяє значно зменшити кількість різних типів сівалок, забезпечуючи високу продуктивність і надійність.

Використання передових розробок посівних агрегатів у сучасному сільському господарстві дозволяє збільшити продуктивність виробництва, знизити витрати на сівбу й підвищити якість посівного матеріалу. Крім того, вони збільшують точність сівби, що забезпечує рівномірний розподіл насіння і рівномірний врожай.

Сучасні сівалки використовують різні технології для поліпшення якості й продуктивності сівби: GPS-системи контролю за дією засобів захисту рослин, пневматичні приводи для точності дозування та розподілу насіння і добрива на полі, електронні системи керування, системи контролю та моніторингу. Згідно з аналізом ринку сучасної посівної техніки, останнім часом спостерігається збільшення інтересу до універсальних сіялок, які використовують ресурсозберігаючі технології [2, с. 98]. Це пов'язано із загальною тенденцією переходу від традиційних до мінімальних і нульових технологій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Спеціалісти під час випробувань сіялок у роботі на демо-полях у різних штатах США, Канади, Аргентини, Бразилії, країнах Європи, зокрема й в Україні, виділили чотири головних фактори врожайності, на які можна впливати під час сівби, – це норма висіву, відстань між рослинами, наявність двійників і пропусків, проростання [4].

При цьому норма висіву має найменше значення. Фактор відстані між рослинами, тобто точність розкладки насіння, впливає на врожайність більше. Ще важливішою виявилася сингуляція – відсоток двійників і пропусків. Під точністю висіву розуміють оптимальне розташування насіння як площею, так і по глибині поля.

Показник густоти стояння рослин є важливим чинником формування врожаю. У загущених і зріджених посівах спостерігається недобір урожаю порівняно з оптимальною густиною. Густина стояння задається нормою висіву насіння і зменшується протягом вегетаційного періоду з урахуванням польової схожості, перезимівлі й збереження рослин до збирання. Точність висіву займає головне місце в проведенні посівних робіт, і передусім просапних культур [5, с. 12].

Під час дослідження причин нерівномірності сходів [6] визначено, що найважливішою за своїм впливом на врожай виявилася дружність сходів, що залежить від рівномірності глибини висіву. Багаторічні дослідження показали, що затримка в проростанні рослини, порівняно із сусідніми рослинами, призводить до втрати в середньому такої частки врожаю із цієї рослини: відставання на 24 год – втрата 15%, відставання на 36 год – втрата 30%, відставання на 48 год – втрата 78%, відставання більш ніж на 48 год – втрата 90%. Основною причиною недружніх сходів визначають нерівномірність глибини висіву. Зміни глибини висіву навіть на 1 см можуть викликати значні зміни вологості й температури, що гальмують проростання рослин.

Також під час одного з дослідів, проведеного в Україні у 2018 році на полях компанії «Кернел», отримано такі результати: за оптимального притискного зусилля, що прикладається до посівної секції, та інших рівних умов, наприклад, врожайність кукурудзи становила 144,5 ц/га. За максимального притискного зусилля врожайність знизилася до 140,5 ц/га. А от коли притискне зусилля зменшили до 80 кг – врожайність зменшилася до 131 ц/га [4]. Отже, правильний вибір навантаження на посівну секцію має значно більше значення для врожайності, ніж низька кількість двійників і перепусток.

Низьке прижимне навантаження, що прикладається до секції сівалки, часто не може завадити вимілюванню сошника. Автоматичне керування притискним зусиллям кожного ряду може допомогти досягти рівномірної глибини висіву й стабільного контакту секції сівалки з ґрунтом.

Сучасні, здебільшого інтенсивні, технології вирощування комерційно привабливих сільгоспкультур є неможливими без точного висіву насіння. Дотримання всіх норм висіву є запорукою отримання дружних сходів, що безпосередньо сприяє високим результатам урожайності [7].

Сьогодні великої популярності набули технології, які використовують різноманітні датчики для контролю за процесом сівби й посіву різних агрокультур, серед яких можна виділити технологію Precision Planting. Це сучасний підхід до сівби сільськогосподарських культур, який використовує передові технології для покращення точності, ефективності й продуктивності посівних робіт. Суть технології полягає у використанні спеціальних пристроїв і сенсорів, які допомагають визначити оптимальні умови ґрунту для посіву, а також контролювати глибину й рівномірність посіву. Завдяки цьому, сільськогосподарські культури можуть бути посаджені з високою точністю та однаковим інтервалом між рослинами, що сприяє більш ефективному використанню площі поля, збільшенню врожайності й зниженню витрат на посівні роботи.

**Постановка завдання.** У сучасному сільському господарстві постійно зростають вимоги до посівної техніки. Сучасна техніка для посіву повинна бути з одного боку точною, а з іншого – надзвичайно гнучкою. Для досягнення високої врожайності під час оптимального використання виробничих засобів важливого значення набуває диференційований посів й автоматичне ввімкнення/вимкнення на розворотній смузі. Найважливішою характеристикою сівалок – точне дозування насіння та його розміщення на відповідній глибині, а також можливість одночасного внесення супроводжуючих рослин і підсівних культур і добрив. Огляд новітніх посівних агрегатів є важливою процедурою для сільськогосподарського сектору, який має на меті впровадження передових технологій для покращення якості й продуктивності посівів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Одна з основних переваг нових посівних агрегатів полягає в тому, що вони можуть забезпечити більш точне розсіювання насіння, що зменшує витрати на насіння та забезпечує більш якісну посівну поверхню. Деякі посівні агрегати відтворюють дуже точні рядки, що дозволяє рівномірно розмістити рослини на полі. Також вони мають спеціальні функції, які забезпечують кращу аеродинаміку й зменшення тиску на ґрунті. Так волога й поживні речовини краще проникають у ґрунт, що впливає на рослини й збільшення врожаю.

На ринку сільськогосподарської техніки існує велика кількість марок посівних агрегатів, розроблених різними світовими виробниками. Відповідно на ринку України представлено широкий спектр високотехнологічних сівалок точного висіву, окремі з яких можна назвати без перебільшення революційними в конструктивному й технологічному плані. Найбільш відомі марки посівних агрегатів, що використовують в українському сільському господарстві: John Deere, Amazone, Kuhn, Lemken, Great Plains та ін.

Сучасні виробники створюють кожену нову модель сівалки з гарантовано точним дотриманням усіх заданих налаштувань. Адже це є запорукою отримання своєчасних сходів, що безпосередньо сприяє високим результатам урожайності. Дозування матеріалу для посіву для сівалок має вирішальне значення. При цьому важливо, щоб адаптація машини до різних сільськогосподарських культур була швидкою і простою. Зміна норми висіву також має відбуватися інтуїтивно.

Новітня сівалка бренду John Deere (США) моделі 1745 (12- або 16-рядна конфігурація шириною міжряддя 70 см з індивідуальними бункерами для насіння або

центральною розподільчою системою) відрізняється чудовою технологією висіву й оновленою конструкцією, здатна забезпечити максимальну продуктивність й обробити великі площі з винятковою точністю.

У конструкції нової сівалки компанії Amazone (Німеччина) PRECEA 4500-2 класичні рішення поєднано з найсучаснішими технологіями ідеального розподілення насіння навіть на швидкості 15 км/год. Дозуючі вали механічних і пневматичних сівалок обладнані для цього сервоприводом дозування посівного матеріалу ElectricDrive. Управління можна здійснювати залежно від моделі машини через термінал управління, а також через ISOBUS-термінал. При цьому на кутових ділянках полів можливо провести чистий посів, оскільки передозування проводиться через термінал і на старті висіву посівний матеріал подається до сошників. Сівалки Amazone можуть проводити калібровку терміналу за допомогою смартфона через застосунок mySeeder для пристроїв iOS чи Android через Bluetooth-адаптер [8].

Сівалки точного висіву виробника Kuhn (Франція) MAXIMA можуть здійснювати висів у діапазоні міжрядь 37,5-80 см. Завдяки кращому відбору й вивільненню насіння поліпшується точність висіву на швидкості до 10 км/год. Модель MAXIMA 3 має потужну систему керування глибиною, яка забезпечує чудову стійкість і надзвичайно рівномірний висів насіння зі значним тиском до 180 кг у точці падіння насіння, де копіювальні колеса торкаються ґрунту. У цій модифікації сівалки й чотири різні положення налаштування з тиском диска 180 кг, які забезпечують стабільність машини й покращене розташування насіння, завдяки одинарній пружині.

Ще однією перевагою сівалок моделі MAXIMA є покращення розподілення насіння завдяки оптимізації відбору за допомогою внутрішньої стінки. Нова ежекторна система, яка поєднується з удосконаленим дозувальним люком і пневматичною системою, забезпечує більш точне розміщення насіння. Для ідеального відбору насіння диски мають більше отворів [6].

Серед широкого модельного ряду виробника Lemken (Німеччина) особливо слід відзначити революційну розробку AZURIT 9, яка виконує висів насіння в шаховому порядку. Технологія DeltaRow, що лежить в основі цього інноваційного підходу, забезпечує більш ефективне розташування рослин на полі, а це зі свого боку позитивно впливає на швидкість потрапляння поживних речовин, води й світла до рослин, що також збільшує врожайність.

Метод DeltaRow передбачає висівання насіння у два напівряди, розташованих один поряд з іншим на відстані 12,5 см. Ця синхронізація напіврядів дозволяє точно висівати насіння за схемою, що нагадує трикутник. Це забезпечує кожному рослину більшою площею живлення до 70% і дозволяє їм отримувати більше води, світла й поживних речовин [7].

Новинка, що нещодавно з'явилася в Україні, виробника Great Plains (США) – сівалка PL5700, яка має оновлені висівні секції із серії 5000, нові дозатори Air-Pro із серії 5000 і систему позитивного тиску повітря. Насінневий бак має розміри, що на 66% більші, ніж у попередній моделі. Також збільшився отвір для насіння на 92%, що дозволяє рівномірно й стабільно подавати матеріал на великій швидкості. Оновлена заслінка насінневого бака має більший діапазон руху, що гарантує належний потік насіння до комірок дозатора й запобігає утворенню прогалів у рядках. Крім того, ця модель успішно обробляє як великі, так і дрібні сорти насіння. Сівалка PL5700 має систему контролю глибини висіву, яка дозволяє точно регулювати глибину висіву залежно від типу ґрунту й вологості. Вона

також оснащена системою автоматичного розподілу насіння, що дозволяє точно розміщувати насіння на заданій відстані [8].

Порівняння технічних характеристик сучасних сіялок (табл. 1) дає змогу виділити деякі їх спільні риси.

Таблиця 1

### Порівняння технічних характеристик сучасних сіялок точного висіву

Модель сіялки	Виробник (країна)	Робоча ширина, м	Вміст бункера, л	Кількість рядів	Налаштування міжряддя, мм	Сила проникнення в ґрунт
Модель 1745	John Deere (США)	4,6–9,1	1500	4–8	700–750	250
AZURIT 9	Lemken (Німеччина)	6–9	600	4–8	700–750	250
PRECEA 4500–2	Amazone (Німеччина)	3–6	950	4–8	450–800	400
MAXIMA 3	Kuhn (Франція)	3–6	1350	6–8	550–800	180
Модель PL5700	Great Plains (США)	7,5–18,3	2700–6800	2–8	152–381	400

Кількість рядів, яка зазвичай залежить від розміру сіялки. Наведені у таблиці сіялки всі мають до 8 рядів. Ширина захвату сіялок визначає, скільки землі можна обробити за раз. Модель PL5700 Great Plains (США) має найбільшу робочу ширину до 18,3 м.

Вміст бункера цієї моделі також слід виділити серед інших сіялок, він має об'єм 6800 л. Хоча налаштування міжряддя в моделі PRECEA 4500-2 Amazone (Німеччина) більш гнучке.

Дослідження літературних джерел [2; 5; 8; 9] щодо впливу використання наведених новітніх моделей сіялок на врожайність соняшника показують, що суттєво впливає глибина закладення насіння (рис. 1).



Рис. 1. Залежність урожайності соняшника від глибини закладки насіння

На глибині 4 см урожайність склала 3,37 т/га, на глибині 6 см – 3,41 т/га, на глибині 8 см – 3,39 т/га.

Сіялка моделі PL5700 має автоматичне керування за допомогою GPS-технологій. Система автоматичного керування в AZURIT 9 базується на технології

RTK-GPS. Сівалка оснащена відповідним приймачем GPS, який забезпечує точне визначення місцезнаходження сівалки та її руху на полі. Крім того, AZURIT 9 оснащена системою контролю глибини сівби. Це дозволяє регулювати глибину відповідно до умов на полі й забезпечує рівномірну розсадку насіння.

**Висновки і пропозиції.** Отже, новітні посівні агрегати, які забезпечують контроль точності посіву, є важливими для ефективного землеробства. Ці агрегати контролюють не лише глибину закладки насіння, але й точність сівби рядками і міжряддями, а також унесення добрив і силу проникнення в ґрунт.

Використання новітніх технологій у посівних агрегатах дає можливість забезпечити високу якість посівної роботи, що дозволяє підвищити врожайність і зменшити витрати на вирощування культур. Зокрема, за допомогою GPS-навігації та автоматичного керування можна досягти більш точного посіву.

Крім того, новітні посівні агрегати можуть бути обладнані датчиками, які контролюють вологість ґрунту, що дає можливість оптимізувати внесення води й добрив. Також деякі моделі посівних агрегатів можуть працювати на сонячних батареях, що робить їх більш екологічно чистими й економічними.

Загалом новітні посівні агрегати є важливим інструментом для підвищення продуктивності й ефективності землеробства, а також для зменшення впливу сільськогосподарства на навколишнє середовище. Використання цих технологій дозволяє забезпечити більш точний та економічний посів, збільшити врожайність і знизити витрати на вирощування культур.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gutsul T., Karelin S. Vegetable production in Ukraine in conditions of economic instability: forecast and future prospects. *Futurity Economics&Law*. 2022. P. 52–60. URL: <https://doi.org/10.57125/fel.2022.12.25.07> (date of access: 09.03.2023).
2. Krupetskykh V. P., Domaratskyi O. O., Revto O. Y. The efficiency of using gang cultivators in crop production. *Taurian Scientific Herald*. 2020. No. 111. P. 96–104. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.13> (date of access: 09.03.2023).
3. Морозов І. В., Макаренко М. В., Макаренко О. М. Тенденції розвитку сівалок. *Агробізнес Сьогодні*. 2018. № 10. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/11710-tendentsii-rozvytku-sivalok.html> (дата звернення: 03.03.2023).
4. Маліновський Б. О. Як характеристики сівби впливають на врожайність?. *Пропозиція*. 2019. № 5 веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ru/kak-harakteristiki-seva-vliyaют-na-urozhaynost>. (дата звернення: 03.03.2023).
5. Зубко В. М. Дослідження впливу чистоти посівної борозни на врожайність при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2021. № 4 (46). С. 11–17.
6. Коваленко А. Нерівномірна глибина висіву найбільше впливає на врожайність, – дослідження. *Agrotimes*. 2021. № 11. URL: <https://agrotimes.ua/tehnika/nerivnomirna-glybuna-vysivu-najbilshe-vplyvaye-na-vrozhajnist-doslidzhennya/> (дата звернення: 03.03.2023).
7. Артим А. М. Зернові сівалки: огляд сучасних моделей. *АгроЕліта*. 2021. № 10. URL: <http://agroelita.info/zernovi-sivalky-ohliad-suchasnykh-modeley.html> (дата звернення: 03.03.2023).
8. Коваленко І. М. Сівалки точного висіву: найновіші рішення // *Агробізнес Сьогодні*. 2022. № 7. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrotekhnolohiyi/item/24831-sivalky-tochnoho-vysivu-nainovishi-rishennia.html> (дата звернення: 03.03.2023).
9. Вплив глибини посіву соняшника на врожайність у 2023 році. *Агроексперт Трейд*. 2023. № 1. URL: <https://agroexp.com.ua/vliyanie-glubiny-poseva-podsolnuha-na-urozhaynost> (дата звернення: 03.03.2023).