
Інноваційна техніка для сучасного сільськогосподарського виробництва при вирощуванні гороху посівного

Сергій Грушецький

Кафедра агроінженерії і системотехніки імені Михайла Самокиша, Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський, Україна
ORCID 0000-0002-0487-6152

Катерина Небаба

Кафедра рослинництва, селекції та насінництва, Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський, Україна
ORCID 0000-0002-4529-3623

Для цитування цієї статті:

Грушецький Сергій, Небаба Катерина. Інноваційна техніка для сучасного сільськогосподарського виробництва при вирощуванні гороху посівного. International Science Journal of Engineering & Agriculture. Vol. 4, No. 2, 2025, pp. 39-61.

doi: 10.46299/j.isjea.20250402.04.

Надійшла до редакції: 25 лютого 2025 р.; **Схвалено:** 24 березня 2025 р.;

Опубліковано: 01 квітня 2025 р.

Анотація: Інноваційна техніка для сучасного сільськогосподарського виробництва при вирощуванні гороху посівного є важливим елементом для підвищення ефективності та зниження витрат на обробку полів. Сучасні аграрні технології включають в себе використання точних систем обробки ґрунту, автоматизованих сівалок, спеціалізованих тракторів і машин для збору врожаю, що значно підвищують продуктивність і якість сільськогосподарських робіт. Завдяки інноваційним системам внесення добрив і засобів захисту рослин, вдається зменшити кількість хімічних обробок, що сприяє екологічності вирощування гороху. Важливим аспектом є також використання дронів для моніторингу стану посівів і визначення оптимальних моментів для поливу, обробки і збирання врожаю. Техніка, яка здійснює автоматизований контроль вологості та температури ґрунту, дозволяє точно визначити потреби рослин у воді та поживних елементах, що забезпечує ефективне використання ресурсів і підвищує врожайність. Окрім того, розвиток роботизованих технологій у зборі гороху дозволяє мінімізувати витрати на ручну працю і зменшити час на збирання, що є важливим для досягнення високих результатів у короткий період. Інноваційні методи також включають використання біотехнологій для створення сортів гороху, стійких до хвороб і шкідників, що в результаті знижує потребу в хімічних препаратах і полегшує процес вирощування. Впровадження таких технологій сприяє не тільки підвищенню ефективності аграрного виробництва, а й поліпшенню екологічного стану навколишнього середовища [1].

Ключові слова: інноваційна техніка, сільськогосподарське виробництво, горох посівний, точне землеробство, автоматизовані системи, посівні машини, обробка ґрунту, збирання врожаю, комбіновані сівалки, роботизовані технології, економічна ефективність, екологічна безпека, технології догляду за рослинами, біотехнології, дрони в аграрії, сталий розвиток сільського господарства.

1. Вступ

Сільське господарство сьогодні є однією з ключових галузей економіки багатьох країн, зокрема і України, де горох посівний займає важливе місце серед бобових культур. Вирощування гороху має свої особливості, і для забезпечення високої врожайності та ефективності виробництва необхідно застосовувати сучасну техніку та інноваційні технології.

Інноваційні технології в аграрному секторі дають змогу не лише підвищити продуктивність праці, а й значно знизити витрати на виробництво, мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище та забезпечити високу якість продукції. Використання новітньої техніки, яка включає автоматизовані системи, спеціалізовані сільськогосподарські машини для посіву, обробки та збирання гороху, дозволяє оптимізувати всі етапи виробництва, від підготовки ґрунту до збору врожаю [1-3].

В умовах сучасного аграрного бізнесу, який постійно зіштовхується з новими викликами, таких як зміна клімату, обмеженість ресурсів, а також вимоги щодо підвищення ефективності, інноваційні технології стають необхідними для підтримки сталого розвитку сільського господарства.

У цьому контексті важливою є роль технічних новинок, таких як автоматизовані системи управління сільськогосподарськими процесами, новітні сільськогосподарські машини та роботизовані пристрої для точного сільського господарства, що дозволяють здійснювати високоточну обробку та збирання врожаю з мінімальними затратами [1-3].

Таким чином, інноваційна техніка для вирощування гороху посівного є важливим інструментом для досягнення високих результатів у сільському господарстві, сприяючи зниженню витрат, підвищенню ефективності та сталому розвитку аграрного сектора.

2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є процеси сільськогосподарського виробництва, зокрема вирощування гороху посівного, які включають підготовку ґрунту, посів, догляд за рослинами, обробку та збирання врожаю. Важливу роль у цих процесах відіграють інноваційні технології та техніка, яка застосовується для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, забезпечення високих врожаїв та мінімізації витрат.

Предметом дослідження є інноваційна техніка для вирощування гороху посівного, зокрема новітні сільськогосподарські машини та технології, що забезпечують точне управління всіма етапами виробництва. Це включає машини для обробки ґрунту, сучасні посівні комплекси, системи для автоматизованого догляду за рослинами, техніку для збирання врожаю, а також роботизовані і автоматизовані пристрої, що дозволяють здійснювати точне землеробство та знижувати вплив людського фактору на процеси агровиробництва.

Таким чином, дослідження зосереджене на аналізі та оцінці ефективності інноваційної техніки та її впливу на всі аспекти вирощування гороху посівного, від посіву до збору врожаю, а також на визначенні переваг її застосування в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва.

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є аналіз інноваційних технологій та техніки, які застосовуються в сільськогосподарському виробництві при вирощуванні гороху посівного, з акцентом на підвищення ефективності виробничих процесів, зниження витрат і підвищення якості врожаю. Дослідження спрямоване на вивчення впливу новітньої техніки на всі етапи виробництва гороху, а також на оцінку її економічної доцільності і екологічної безпеки.

Задачі дослідження:

- дослідити сучасні технології та інноваційну техніку, яка використовується при вирощуванні гороху посівного, зокрема машини для обробки ґрунту, посіву, догляду за рослинами та збирання врожаю;
- оцінити ефективність використання новітніх технологій у сільськогосподарському виробництві на прикладі гороху посівного;
- проаналізувати економічні та екологічні переваги застосування інноваційної техніки для вирощування гороху, включаючи зниження витрат на робочу силу, паливо та добрива;
- оцінити вплив автоматизації та роботизації на точність обробки та збір врожаю, а також на продуктивність праці;
- визначити перспективи розвитку інноваційних технологій у сфері сільського господарства на прикладі вирощування гороху, зокрема з урахуванням змін клімату та нових викликів у агровиробництві;
- розробити рекомендації щодо вдосконалення застосування сучасної техніки в процесі вирощування гороху для досягнення сталого розвитку сільськогосподарського виробництва.

Ці задачі дозволять не лише оцінити поточний стан інновацій в аграрному секторі, а й сформулювати шляхи подальшого вдосконалення технологій та техніки для більш ефективного та сталого виробництва гороху посівного.

4. Аналіз літератури

Аналіз літератури з теми інноваційної техніки для сучасного сільськогосподарського виробництва при вирощуванні гороху посівного показує, що останні десятиліття стали періодом активного розвитку і впровадження новітніх технологій у сільське господарство, що забезпечують підвищення продуктивності і зниження витрат.

Інноваційні технології в сільському господарстві. Згідно з роботами таких дослідників, як Сидоренко та ін. (2020) [4], сільське господарство переходить на новий рівень завдяки впровадженню автоматизованих і роботизованих систем, що дозволяє здійснювати точне землеробство. Технології, які використовують GPS-навігацію та супутникові системи для точного визначення необхідних доз обробки, значно підвищують ефективність сільськогосподарських процесів.

Техніка для обробки ґрунту та посіву гороху. В літературі можна знайти численні публікації, що описують сучасні сільськогосподарські машини для обробки ґрунту і посіву, такі як комбіновані сівалки, що включають в себе систему автоматичного керування для збереження точності посіву (Грицай, 2021) [5]. Використання таких машин дозволяє не лише знижувати витрати на паливо та робочу силу, а й забезпечувати рівномірний посів, що є важливим для досягнення високих врожаїв гороху.

Системи для догляду за рослинами. За даними Лобанова та ін. (2019) [6], сучасні системи автоматизованого догляду за рослинами, які використовують сенсори для визначення потреби в поливі, підживленні або обробці від шкідників, значно підвищують ефективність сільськогосподарських робіт. Вони допомагають точно визначати, які ділянки поля потребують уваги, що дозволяє знижувати витрати на засоби захисту рослин і добрива, а також покращує екологічну ситуацію в регіоні.

Техніка для збирання врожаю. Важливим етапом у вирощуванні гороху є збирання врожаю. Останніми роками значно покращилися технології для збирання бобових культур, зокрема гороху. Машини нового покоління, такі як комбайни для зернових культур з адаптованими системами для бобових культур, дозволяють зібрати урожай з мінімальними втратами і максимальним збереженням якості продукції (Захарченко, 2022) [7]. Техніка оснащена системами для регулювання швидкості збору та сушки, що дозволяє значно поліпшити якість зерна.

Економічні та екологічні аспекти застосування інноваційної техніки. Інноваційна техніка не тільки збільшує врожайність, але й сприяє зниженню витрат на виробництво. За словами

Ковальчука (2020) [8], впровадження точного землеробства і автоматизованих систем дозволяє зменшити витрати на добрива, засоби захисту рослин і паливо, що позитивно впливає на економічну ефективність виробництва. Крім того, такі технології мають значний екологічний ефект, знижуючи вплив сільськогосподарського виробництва на навколишнє середовище.

Перспективи розвитку технологій у вирощуванні гороху. У ряді досліджень, таких як у роботах Шевченка та ін. (2021) [9], висвітлюється майбутнє розвитку інноваційних технологій у вирощуванні гороху посівного, зокрема з використанням дронів для моніторингу стану рослин і точного внесення добрив та захисних засобів. Крім того, з'являються нові перспективи для застосування біотехнологій, таких як генетично модифіковані сорти гороху, які більш стійкі до захворювань і шкідників, що може також підвищити врожайність та зменшити потребу в хімічних обробках.

Загалом, літературні джерела свідчать про значний прогрес в технологіях, що застосовуються при вирощуванні гороху, зокрема у напрямку автоматизації та інновацій. Впровадження новітніх сільськогосподарських машин, систем точного землеробства, а також екологічно чистих технологій сприяє підвищенню ефективності виробництва, зниженню витрат і покращенню якості врожаю. Це робить вирощування гороху посівного більш економічно доцільним і сталим [10-17].

5. Методи досліджень

У процесі досліджень використовувався широкий спектр технологій та методів, спрямованих на покращення виробництва гороху посівного:

- **аналіз літератури.** Використання наукових публікацій, технічних звітів, монографій і статей для вивчення інноваційних технологій та техніки, що застосовуються при вирощуванні гороху посівного. Це дозволяє визначити основні тенденції розвитку аграрної техніки та її ефективність;

- **порівняльний аналіз.** Порівняння різних типів сільськогосподарської техніки (посівні машини, сівалки, комбайни) за різними показниками: продуктивність, економічні витрати, екологічний вплив та вплив на врожайність гороху;

- **моделювання сільськогосподарських процесів.** Використання комп'ютерних моделей для симуляції різних сценаріїв застосування інноваційної техніки в процесах посіву, догляду за рослинами та збирання врожаю гороху. Це дозволяє прогнозувати вплив різних параметрів на результати виробництва;

- **польові експерименти.** Проведення практичних досліджень на реальних полях сільськогосподарських підприємств для оцінки ефективності роботи техніки при вирощуванні гороху. Це включає тестування нових сівалок, комбайнів та інших пристроїв, що використовуються в процесі агротоварного виробництва;

- **економічний аналіз.** Оцінка витрат на застосування інноваційної техніки та її впливу на економічну ефективність виробництва гороху. Аналіз витрат на техніку, паливо, обслуговування та інші фактори порівняно з традиційними методами ведення господарства;

- **екологічний аналіз.** Вивчення впливу новітніх технологій на навколишнє середовище, зокрема, зниження використання хімічних добрив і засобів захисту рослин, зменшення викидів CO₂, покращення здоров'я ґрунтів та збереження біорізноманіття;

- **анкетування та опитування.** Збір даних від фермерів та сільськогосподарських підприємств, що використовують інноваційну техніку, для вивчення їх досвіду, проблем і переваг при використанні сучасних аграрних технологій.

Ці методи дозволяють комплексно підходити до дослідження ефективності інноваційної техніки в сільському господарстві, сприяють оцінці технологій і допомагають знайти шляхи для оптимізації агровиробничих процесів при вирощуванні гороху.

6. Результати досліджень

Інноваційна техніка для сучасного сільськогосподарського виробництва при вирощуванні гороху посівного орієнтована на підвищення ефективності агрономічних процесів, зниження витрат, покращення екологічної стійкості та зростання врожайності. Важливими елементами таких інновацій є [4]:

- **технології точного землеробства** – застосування GPS-систем, датчиків та спеціалізованих програмних забезпечень дозволяє точно контролювати процеси обробки ґрунту, сівби, внесення добрив та засобів захисту рослин. Завдяки точним даним агрономи можуть оптимізувати використання ресурсів, знижуючи витрати на добрива та пестициди і підвищуючи ефективність аграрного виробництва;

- **сівалки нового покоління** – для посіву гороху використовуються сівалки з регульованими параметрами, які дозволяють рівномірно розподіляти насіння, зменшують кількість насіння, що втрачається, і забезпечують необхідну глибину загортання, що сприяє оптимальному проростанню. Сучасні сівалки можуть бути оснащені системами контролю глибини та швидкості сівби, що значно підвищує якість посіву;

- **автоматизовані трактори та комбайни** – для обробки ґрунту, сівби, а також збору врожаю гороху використовуються трактори та комбайни з автоматизованими системами навігації та моніторингу. Такі машини зменшують втрати часу на переналаштування, дозволяють точніше виконувати операції і підвищують продуктивність;

- **дрони для моніторингу стану полів** – безпілотні літальні апарати дозволяють відстежувати стан посівів в реальному часі. Вони можуть вимірювати рівень вологи, температуру, визначати наявність шкідників або хвороб, що дає можливість своєчасно реагувати на проблеми та застосовувати точкові обробки, а не обробляти все поле;

- **системи автоматизованого поливу** – новітні системи поливу використовують датчики вологості та температури ґрунту, щоб забезпечити рослини необхідною кількістю води, зменшуючи її витрату та забезпечуючи оптимальні умови для росту гороху;

- **машини для збирання врожаю** – сучасні комбайни для збору гороху оснащені системами очищення та сортування, що зменшують кількість пошкодженого зерна, підвищуючи якість та кількість зібраного врожаю. Вони також мають функцію регулювання швидкості збору та адаптації до різних умов поля;

- **вдосконалені методи боротьби зі шкідниками та хворобами** – використання біотехнологій і органічних методів захисту рослин дає змогу зменшити хімічне навантаження на навколишнє середовище. Для боротьби з шкідниками і хворобами використовуються біопрепарати та автоматизовані системи для точкового внесення пестицидів;

- **генетичні технології та біотехнології** – завдяки генетичним дослідженням та біотехнологіям були створені нові стійкі до хвороб і шкідників сорти гороху. Це знижує потребу в хімічних обробках та підвищує стійкість рослин до несприятливих умов.

Інтеграція цих інноваційних технологій дозволяє досягти значного підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва при вирощуванні гороху посівного, зменшити витрати та вплив на навколишнє середовище, що є важливим аспектом для сталого розвитку аграрної галузі.

Для ефективного вирощування гороху посівного важливим є застосування комплексу спеціалізованих машин, які дозволяють оптимізувати всі етапи виробничого процесу – від підготовки ґрунту до збору врожаю. Ось запропонований комплекс машин для виробництва при вирощуванні гороху посівного [10-17]:

1. Машини для підготовки ґрунту:

- **плуг або дискові борони** – для первинної обробки ґрунту після збирання попередньої культури. Вони розпушують і вирівнюють ґрунт, створюючи умови для нормального проростання насіння;

– **культиватори** – для другого етапу обробки ґрунту. Вони використовуються для розпушування верхнього шару ґрунту, знищення бур'янів і поліпшення структури ґрунту перед сівбою.

2. Машини для сівби:

– **сівалки точного висіву** – для рівномірного розподілу насіння по полю. Сучасні сівалки оснащені системами контролю глибини посіву, що забезпечує оптимальні умови для проростання насіння. Також сівалки можуть регулювати норму висіву та враховувати тип ґрунту, що сприяє зниженню витрат насіння та підвищенню врожайності;

– **сівалки для бобових культур** – спеціалізовані машини, які мають конструкцію, адаптовану для посіву гороху, що дозволяє зменшити втрати насіння та підвищити точність його розподілу.

3. Машини для внесення добрив і засобів захисту рослин:

– **розкидачі добрив** – для внесення органічних або мінеральних добрив перед сівбою або під час вегетації. Використовуються машини з точними системами регулювання норм внесення добрив, що дозволяє економно використовувати ресурси;

– **обприскувачі** – для внесення гербіцидів, фунгіцидів або пестицидів, що захищають горох від шкідників і хвороб. Сучасні обприскувачі оснащені системами автоматичного контролю висоти обприскування, що забезпечує рівномірний розподіл засобів захисту.

4. Машини для поливу:

– **системи крапельного поливу** – застосовуються для точного подавання води безпосередньо до коріння рослин, що зменшує витрати води та забезпечує оптимальні умови для росту;

– **іригаційні системи** – для великих площ можуть використовуватися автоматизовані зрошувальні системи з вбудованими датчиками вологості та температури, що дозволяють ефективно управляти водними ресурсами.

5. Машини для моніторингу стану полів:

– **дрони** – для моніторингу стану рослин та поля в реальному часі. Дрони можуть знімати високоякісні зображення, визначати рівень стресу рослин, виявляти пошкодження, дефіцит елементів живлення або наявність шкідників;

– **системи точного моніторингу** – для виявлення і аналізу показників, таких як рівень вологості, температури ґрунту, стан рослин, а також можливість оперативного реагування на проблеми.

6. Машини для збирання врожаю:

– **комбайни для збирання гороху** – спеціалізовані машини для збору врожаю, які адаптовані до особливостей гороху. Вони забезпечують делікатне збирання та очищення бобів, щоб уникнути їх пошкодження, зменшити втрати та покращити якість продукції;

– **сортувальні системи** – для очищення гороху від сміття та шкідників, що може включати автоматизовані етапи сортування за розмірами та якістю.

7. Машини для післязбиральної обробки:

– **сушарки для гороху** – для збереження якості врожаю в умовах підвищеної вологості. Ці пристрої забезпечують правильний рівень вологості зерна, що важливо для зберігання і подальшої обробки гороху;

– **пакувальні машини** – для автоматизованої упаковки продукції після її очищення та сушіння.

Цей комплекс машин забезпечує оптимізацію всіх етапів виробничого процесу при вирощуванні гороху посівного. Інтеграція таких технологій дозволяє знижувати витрати, покращувати якість продукції, зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище і підвищувати загальну продуктивність сільськогосподарського виробництва.

Машини для підготовки ґрунту

Машини для підготовки ґрунту є важливими складовими частинами інноваційної техніки, що використовується при вирощуванні гороху посівного. Вони забезпечують ефективне

оброблення ґрунту, підвищення його родючості і підготовку до сівби. В сучасному сільському господарстві активно використовуються різноманітні типи машин для оранки, культивування, боронування та вирівнювання ґрунту. Ось кілька марок машин, які застосовуються для підготовки ґрунту при вирощуванні гороху:

1. John Deere – моделі: 750A, 9400, 8RX [10].

Техніка John Deere для обробки ґрунту має високу надійність і здатність працювати на великих площах. Включає культиватори, плуги та комбіновані агрегати, які ефективно розпушують ґрунт і забезпечують його вирівнювання перед сівбою. Особливості – висока продуктивність і універсальність.

Технології точного землеробства для оптимізації витрат та покращення якості ґрунту компанія John Deere пропонує найширший спектр знарядь для первинної та передпосівної підготовки ґрунту (рис. 1).



Рис. 1. Машини для обробки ґрунту від компанії John Deere.

2. Kverneland – моделі: i-Plough, Qualidisc, EcoDisc [11].

Kverneland пропонує широкий спектр машин для обробки ґрунту, таких як плуги, дискові культиватори та комбіновані сільськогосподарські машини (рис. 2). Вони добре підходять для вирощування гороху, оскільки забезпечують оптимальну структуру ґрунту, покращують водопроникність та структуру поверхні. Особливості – система точного налаштування для різних типів ґрунтів. Висока ефективність навіть при складних умовах.



Рис. 2. Машини для обробки ґрунту від компанії Kverneland.

3. Lemken – моделі: Rubin, Titan, Solitair [12].

Лінійка машин Lemken для обробки ґрунту включає культиватори, плуги, дискові агрегати та комбіновані сільськогосподарські машини (рис. 3). Вони ефективно працюють в різних типах ґрунтів, включаючи важкі та кам'яністі. Особливості – забезпечує глибоке розпушування ґрунту, що дозволяє покращити аерацію і водопроникність.

Високий рівень автоматизації та точності обробки.



Рис. 3. Машини для обробки ґрунту від компанії Lemken.

4. CASE IH – моделі: Early Riser, Magnum, Patriot [13].

Машини CASE IH для обробки ґрунту включають плуги, культиватори та глибокорозпушувачі, що забезпечують високу продуктивність навіть на важких ґрунтах (рис. 4).

Особливості – висока потужність та ефективність обробки ґрунту.

Системи автоматизації для зменшення втрат та підвищення точності.



Рис. 4. Машини для обробітку ґрунту від компанія CASE IH.

5. Vaderstad – моделі: Carrier, TopDown, Spirit [14].

Опис: Vaderstad є провідним виробником техніки для підготовки ґрунту, зокрема культиваторів і комбінованих агрегатів (рис. 5). Їх техніка ідеально підходить для підготовки ґрунту перед посівом гороху, забезпечуючи рівномірне розпушування та покращення структури.

Особливості – технологія для ефективної обробки ґрунту в різних умовах.

Простота у використанні та налаштуванні на різні типи ґрунтів.



Рис. 5. Машини для обробітку ґрунту від компанія Vaderstad – TopDown 300-700 і Carrier.

6. Kuhn – моделі: Optimer, Megant, Herculex [15].

Техніка Kuhn для обробки ґрунту включає різноманітні плуги та культиватори, які сприяють поліпшенню структури ґрунту та зменшення його ущільнення (рис. 6). Це важливо для вирощування гороху, оскільки рослина потребує рихлої і добре аерованої землі для гарного росту.



Рис. 6. Машини для обробітку ґрунту від компанія Kuhn – моделі Optimer.

Особливості – інноваційна конструкція, яка дозволяє працювати з різними типами ґрунтів. Висока ефективність і зниження витрат на обробіток.

Інноваційні машини для підготовки ґрунту, такі як плуги, культиватори, дискові агрегати та комбіновані сільськогосподарські системи від провідних виробників (John Deere, Kverneland, Lemken, CASE IH, Vaderstad та Kuhn), є важливими інструментами для ефективного вирощування гороху посівного. Вони дозволяють забезпечити оптимальну структуру ґрунту, підвищити водопроникність, зберегти родючість і підготувати ґрунт до сівби з мінімальними витратами. Використання таких машин сприяє покращенню якості врожаю, зниженню витрат на обробіток і підвищенню загальної продуктивності сільськогосподарського виробництва.

Машини для сівби

Для вирощування гороху посівного використовуються різні моделі сівалок, що відповідають сучасним вимогам сільськогосподарського виробництва. Інноваційні машини для сівби дозволяють збільшити ефективність і точність посіву, зменшити витрати насіння та пального, а також покращити якість і кількість врожаю.

Ось кілька марок та моделей сівалок, які популярні для сівби гороху:

1. Horsch Pronto – це універсальна сівалка для точного та одночасного посіву насіння та внесення добрив [16] (рис. 7). Вона відома своєю високою продуктивністю та точністю розміщення насіння. Має систему контролю глибини посіву, що дозволяє забезпечити оптимальні умови для проростання.



Рис. 7. Універсальна сівалка для точного та одночасного посіву насіння та внесення добрив Horsch Pronto.

2. Kverneland ts-drill – ще одна інноваційна сівалка, що має можливість точного дозування насіння, оснащена сучасними технологіями для мінімізації втрат [11] (рис. 8). Вона ефективно працює навіть на важких ґрунтах.



Рис. 8. Інноваційна сівалка точного дозування насіння Kverneland ts-drill.

3. John Deere 1775NT – сучасна сівалка для широкого спектру культур, включаючи горох [10] (рис. 9). Вона має високу точність посіву та здатність працювати з різними типами ґрунтів, що дозволяє максимально зберегти насіння та оптимізувати процес сівби.



Рис. 9. Сучасна сівалка для широкого спектру культур John Deere 1775NT.

4. Great Plains 3P1006NT – сівалка, яка забезпечує відмінний контроль за глибиною посіву та рівномірність розподілу насіння [17] (рис. 10). Вона підходить для різних типів ґрунтів і кліматичних умов.



Рис. 10. Сучасна сівалки точного дозування насіння нульового циклу Great Plains 3P1006NT.

5. Vaderstad Rapid – швидка та точна сівалка, що має систему точного дозування насіння та забезпечує ідеальний контакт з ґрунтом [14] (рис. 11). Ця модель є популярною серед фермерів, які працюють на великих площах.



Рис. 11. Швидка та точна сівалка, що має систему точного дозування насіння Vaderstad Rapid.

Інноваційні функції цих машин можуть включати:

- **автоматизація процесів:** контролюють всі етапи посіву, включаючи глибину і відстань між насінинами;
- **точний контроль за внесенням добрив:** одночасно з посівом здійснюється внесення мікро- та макро добрив;
- **системи GPS:** для точного моніторингу та оптимізації роботи техніки;
- **економія пального та насіння:** сучасні сівалки мінімізують втрати насіння та ефективно використовують ресурси.

Вибір конкретної техніки залежить від багатьох факторів, таких як розмір господарства, тип ґрунтів, кліматичні умови та бюджет.

Машини для внесення добрив і засобів захисту рослин

Для вирощування гороху посівного важливо забезпечити не лише точний посів, але й правильне внесення добрив та засобів захисту рослин (ЗЗР). Інноваційні машини для внесення добрив і ЗЗР дозволяють підвищити ефективність і точність обробок, зменшити витрати на хімічні препарати та підвищити загальну продуктивність. Ось кілька марок та моделей техніки, які широко використовуються для цих цілей:

1. Внесення добрив:

- **Amazone ZA-TS** [18]. Це одна з найсучасніших сівалок для внесення мінеральних добрив. Вона оснащена автоматизованими системами, які забезпечують рівномірний розподіл добрив по полю, що дає змогу зменшити втрати матеріалу. Також є системи контролю для оптимізації внесення добрив за допомогою GPS;

- **Bredal K** [19]. Вносить як прості, так і складні добрива. Завдяки механізмам точного дозування і системі керування, ця машина дозволяє точно дозувати необхідну кількість добрив для оптимального росту гороху;

- **Kuhn MDS** [20]. Це високопродуктивний розкидач добрив, що дозволяє регулювати дозування добрив в залежності від вимог культури. Вона оснащена новітніми системами контролю розподілу і має можливість автоматичного коригування під час руху;

- **Rabe EcoLine** [21]. Система внесення добрив з високою точністю розподілу і можливістю коригування за допомогою автоматизованих систем в залежності від типу ґрунту і культури.

2. Внесення засобів захисту рослин:

- **Hardi Commander 6000**. [22]. Сучасний обприскувач, який застосовується для внесення засобів захисту рослин. Оснащений передовими системами контролю, які дозволяють точно і рівномірно розпилювати хімічні препарати, а також мають можливість автоматичного регулювання тиску на основі швидкості руху техніки;

- **John Deere R4020** [10]. Обприскувач нового покоління для точного внесення засобів захисту. Володіє високою продуктивністю та ефективністю, використовуючи систему GPS для точного позиціонування та контролю над внесенням засобів захисту;

- **Rabe MaxiStar** [21]. Інноваційна машина для обробки великих площ. Має можливість точного дозування, регулювання кількості препарату, а також систему моніторингу і відстеження внесення ЗЗР;

- **Vicon RO-ED** [23]. Обприскувач, що застосовується для точного і рівномірного внесення пестицидів. Він має систему автоматичного коригування дозувань на основі навколишніх умов і типу культури.

3. Технології та інновації для обох типів техніки [24]:

- **автопілот та GPS-навігація:** системи, які дозволяють автоматично коригувати маршрут техніки та забезпечувати точне внесення добрив і засобів захисту;

- **коонтроль внесення в реальному часі:** сучасні машини дозволяють моніторити процес внесення через комп'ютерні системи та сенсори, що підвищує точність і зменшує витрати на матеріали;

- **знижене використання пального:** новітні машини оптимізують витрати пального завдяки точному дозуванню і ефективному використанню ресурсів;

- **роботизовані системи:** деякі нові моделі техніки вже включають елементи роботизації для автоматичного налаштування на зміну умов на полі.

4. Важливі переваги інноваційних машин:

- **економія ресурсів:** точне дозування ЗЗР і добрив дозволяє значно знизити витрати на хімічні засоби;

- **підвищення продуктивності:** автоматизація та технології управління дозволяють виконувати обробки без помилок і з високою швидкістю;

- **менший вплив на навколишнє середовище:** точне дозування добрив і препаратів знижує їх надлишкове використання, що позитивно впливає на навколишнє середовище.

Сучасні машини для внесення добрив і засобів захисту рослин оптимізують процеси, підвищуючи ефективність сільськогосподарського виробництва при вирощуванні гороху.

Машини для поливу

Для вирощування гороху посівного, полив є важливим елементом агротехнічних заходів, оскільки цей культурний вид потребує достатньої вологи, особливо в період активного росту. Використання інноваційних машин для поливу дозволяє забезпечити рівномірний розподіл води, підвищити ефективність поливу та знизити витрати на ресурси. Ось кілька марок і моделей техніки, які застосовуються для поливу на сучасних сільськогосподарських підприємствах [25]:

1. Центральні-обертальні поливальні системи (Pivot)

Ці системи є одними з найбільш ефективних для великих площ і дозволяють здійснювати автоматичний полив, покриваючи великі площі рівномірно.

Valmont (Reinke) є одним із лідерів у виробництві централізованих обертальних поливальних систем. Особливості – автоматизовані системи управління, які забезпечують точність в управлінні витратами води, можуть бути оснащені GPS для контролю напрямку руху і автоматичного коригування траєкторії. Переваги – висока продуктивність, можливість поливу великих площ, знижене споживання води завдяки рівномірному покриттю.

Lindsay Zimmatic пропонує сучасні системи поливу для великих сільськогосподарських угідь. Особливості – ці системи можна налаштовувати для забезпечення точного поливу з використанням сенсорів, що контролюють вологість ґрунту, а також можливістю дистанційного керування. Переваги – ефективність водозабезпечення, низькі експлуатаційні витрати, тривалий термін служби.

Ocmis виробляє обертальні системи для поливу, які також використовуються для великих площ. Особливості – компактніші, ніж інші марки, вони підходять для малих і середніх сільгоспугідь. Оснащуються різними модулями для поливу під різними умовами.

2. Дощувальні машини (Ручні та автоматизовані)

Ці машини працюють за принципом рівномірного розподілу води по полю через систему шлангів і розприскувачів. Вони можуть бути ручними або автоматизованими.

Hunter Industries I-40/I-60 спеціалізується на розпилювачах для поливу середніх і великих площ. Особливості – системи цієї марки можуть працювати як для малих, так і для великих полів, з автоматичним контролем тиску і можливістю відстеження потреби в поливі через датчики вологості. Переваги – точний розподіл води, ефективне використання водних ресурсів.

Nelson Irrigation пропонує високоякісні дощувальні системи для поливу різних культур.

Особливості – пропонують різні варіанти систем з автоматичними датчиками для виявлення вологості ґрунту, що дозволяє зменшити витрати води і підвищити ефективність поливу. Переваги – висока ефективність поливу, економія води.

3. Шлангові катушки для поливу

Це мобільні системи поливу, які дозволяють розкласти шланги і здійснювати полив на певній ділянці поля, після чого система може бути переміщена для поливу іншої частини.

Irtec Reels пропонує шлангові катушки для поливу, які є зручними для середніх і невеликих площ. Особливості – зазвичай використовуються для поливу картоплі, овочів і зернових культур, з можливістю автоматизації процесу поливу. Переваги – легкість у використанні, ефективність для невеликих господарств.

Komet виробляє мобільні системи поливу, що включають шлангові катушки і відповідні розпилювачі. Особливості – високоякісні шлангові катушки, що дозволяють ефективно використовувати воду на великих площах при мінімальних витратах. Переваги – зручність транспортування, знижене споживання води, можливість працювати з різними видами ґрунту.

4. Крапельне зрошення

Цей метод зрошення дозволяє подати воду безпосередньо до кореневої системи рослин, що є дуже ефективним для культур, таких як горох, де водний режим має критичне значення для росту.

Netafim – один з лідерів у галузі крапельного зрошення. Особливості – крапельні лінії та системи, що забезпечують рівномірний розподіл води по всьому полю, що підвищує ефективність поливу. Переваги – мінімізація водних втрат, точний контроль за кількістю води, економія часу і ресурсів.

Rivulis спеціалізується на крапельному зрошенні, що забезпечує дуже точне внесення води, ідеально підходить для гороху. Особливості – має широкий асортимент продукції для крапельного зрошення, що включає як лінії, так і компоненти для налаштування системи. Переваги – економія води, висока продуктивність, точний контроль за подачею вологи до кореневої системи.

Інновації у поливних системах:

- інтеграція з системами GPS та датчиками вологості для автоматизації поливу та адаптації до погодних умов;
- використання сонячних батарей для забезпечення енергією у віддалених районах;
- системи моніторингу в реальному часі, що дозволяють стежити за станом зрошення через мобільні додатки або комп'ютери.

Інноваційна техніка для поливу, включаючи централізовані обертальні системи, шлангові катушки, дощувальні машини та крапельне зрошення, значно підвищує ефективність і економічність сільськогосподарського виробництва, зменшуючи витрати води і забезпечуючи оптимальні умови для росту гороху.

Машини для моніторингу стану полів

Моніторинг стану полів є ключовим елементом для забезпечення високої ефективності сільськогосподарського виробництва. Завдяки сучасним технологіям агрономи можуть швидко отримувати точну інформацію про стан рослин, вологість ґрунту, рівень поживних речовин і загальні умови на полі. Це дозволяє оптимізувати використання ресурсів (води, добрив, засобів захисту рослин) і приймати обґрунтовані рішення для підвищення врожайності. Ось деякі інноваційні машини та системи для моніторингу стану полів, які використовуються в сільському господарстві, зокрема при вирощуванні гороху посівного [26].

1. Дрони для моніторингу полів

Дрони є одним з найбільш швидких і ефективних способів для збору даних про стан полів, дозволяючи здійснювати високоточний моніторинг з повітря.

DJI Agras спеціалізується на безпілотних літальних апаратах для аграрної сфери. Особливості – дрони DJI Agras оснащені сенсорами для моніторингу стану рослин, зокрема для визначення рівня стресу рослин через різні спектри світла (NDVI – нормалізований вегетаційний індекс). Вони також можуть застосовуватись для точного розпилення добрив або пестицидів. Переваги – висока точність, можливість обробки великих площ за короткий час, знижений вплив на екосистему.

SenseFly eBee X – один з лідерів у виробництві дронів для агросектора. Особливості – цей дрон має великий запас часу в повітрі (до 90 хвилин), що дозволяє моніторити великі площі полів. Використовує камери з високою роздільною здатністю для збору даних. Переваги – можливість сканування полів на великих відстанях, висока точність при картографуванні та моніторингу стану рослин.

2. Системи моніторингу на основі сенсорів

Сенсори встановлюються на техніці або на самих полях для збору даних про стан ґрунту і рослин в реальному часі.

John Deere Operations Center пропонує інтелектуальні системи моніторингу, зокрема через свою платформу Operations Center. Особливості – система інтегрується з усіма машинами

компанії та дозволяє зібрати детальну інформацію про стан поля, вологість, температуру ґрунту, а також моніторинг сільськогосподарських операцій (сівба, обробка, збір врожаю). Переваги – глибока інтеграція з іншими машинами, зручний інтерфейс для агрономів і фермерів, покращена ефективність завдяки збору точних даних.

Soil Scout – компанія, що пропонує сенсори для моніторингу стану ґрунту. Особливості – сенсори *Soil Scout* вимірюють вологість, температуру та інші параметри ґрунту на різних глибинах. Дані передаються в реальному часі, що дозволяє агрономам приймати рішення про полив, удобрення або обробку. Переваги – точні дані про стан ґрунту, покращення поливного режиму та зменшення витрат на воду.

CropX пропонує датчики для моніторингу вологи, температури ґрунту та інших параметрів для сільськогосподарських полів. Особливості – ці сенсори розміщуються в ґрунті і надають точні дані про стан вологи та температуру на різних глибинах. Вони дозволяють зменшити водні витрати, покращити управління добривами та загальний стан рослин. Переваги – легкість у встановленні, зручне управління даними через мобільні додатки.

3. Мобільні додатки для моніторингу стану полів

Мобільні додатки дозволяють фермеру мати доступ до важливих даних про стан поля в будь-який час.

Ag Leader InCommand – це система для управління даними в реальному часі. Особливості – включає інструменти для моніторингу сівби, обробки, поливу та збору врожаю. Додаток дозволяє здійснювати контроль за станом рослин та швидко реагувати на зміни. Переваги – зручний інтерфейс, інтеграція з іншими системами та машинами.

Climate FieldView від Bayer пропонує мобільний додаток для збору і аналізу даних з полів. Особливості – додаток дозволяє відслідковувати різні аспекти росту рослин, температури, вологості та інших факторів. Пропонується детальна аналітика і рекомендації для агрономів. Переваги – потужна аналітика, можливість інтеграції з різними джерелами даних, простота використання.

4. Техніка з інтегрованими сенсорами та камерами для моніторингу

Horsch Leeb пропонує машини з вбудованими сенсорами, які дозволяють моніторити стан поля під час обробки. Особливості – це може бути обприскувачі або інші сільськогосподарські машини з вбудованими сенсорами для збору даних про стан рослин або ґрунту. Переваги – Підвищена точність обробок завдяки використанню сенсорних технологій.

Fendt Vario пропонує трактори з інтегрованими системами моніторингу стану поля та використанням камер для візуальної оцінки стану посівів. Особливості – система дозволяє здійснювати візуальне спостереження за полем і моніторинг результатів сільськогосподарських робіт. Переваги – висока точність та зручність у використанні, можливість аналізувати всі дані безпосередньо з кабіни трактора.

Переваги використання інноваційної техніки для моніторингу стану полів:

- підвищення врожайності через точний моніторинг і управління агротехнічними процесами;
- зниження витрат на воду, добрива та засоби захисту рослин завдяки точному контролю;
- швидке реагування на зміни стану полів, що дозволяє оперативного коригувати агрономічні заходи;
- зменшення впливу на навколишнє середовище завдяки оптимальному використанню ресурсів.

Ці системи допомагають агрономам та фермерам здійснювати більш точний контроль за станом полів, знижувати витрати на ресурси і підвищувати продуктивність, що особливо важливо при вирощуванні таких культур, як горох посівний.

Машини для збирання врожаю

Збирання врожаю гороху – це важлива частина агротехнічного процесу, яка вимагає використання спеціалізованої техніки для забезпечення високої ефективності та збереження якості продукту. Оскільки горох є делікатною культурою, машини для його збирання повинні мати особливі характеристики, щоб мінімізувати пошкодження зерен і забезпечити високий вихід продукції. Ось кілька марок та моделей техніки, які використовуються для збирання врожаю гороху:

1. Комбайни для зернових культур

Більшість сучасних комбайнів можуть бути адаптовані для збирання гороху. Вони оснащені спеціальними молотильними та очищувальними системами для роботи з делікатними культурами.

1.1. John Deere [10]

Моделі: John Deere W-Series (наприклад, W440, W540). Особливості – оснащені системами для оптимального налаштування комбайна під різні культури, включаючи горох. Мають адаптовані молотильні системи для збирання делікатних культур, таких як горох. Система ActiveTerrain Control дозволяє автоматично налаштовувати швидкість і висоту для забезпечення рівномірного збирання. Підвищена продуктивність завдяки вдосконаленим механізмам очищення. Переваги – висока продуктивність, мінімальні втрати врожаю, ефективність при роботі на різних типах ґрунтів.

1.2. Case IH [13]

Моделі: Axial-Flow (наприклад, 140 Series). Особливості – ці комбайни мають спеціальну технологію обмолоту, що забезпечує збирання зерна без його пошкодження. Вони оснащені гнучкими молотильними системами, що дозволяють адаптувати комбайн до різних умов збирання гороху. Системи очищення і сепарації, що мінімізують втрати зерна. Переваги – висока ефективність роботи з делікатними культурами, здатність працювати на великих площах.

1.3. New Holland [27]

Моделі: CR Revelation Series (наприклад, CR9.90). Особливості – має системи для високопродуктивного збирання, які дозволяють працювати з горохом без пошкодження зерен. Оснащений системою Opti-Flow, що забезпечує оптимальну подачу та розподіл культури по молотильній системі. Вдосконалена система очищення дозволяє зберегти якість продукції. Переваги – продуктивність, зручність в налаштуваннях для різних культур, мінімальні втрати врожаю.

2. Спеціалізовані машини для збирання гороху

Є спеціалізовані машини для збирання гороху, які дозволяють більш точно адаптувати процес обмолоту і збереження зерна.

2.1. Claas Lexion [28]

Моделі: Claas Lexion 6000 Series (наприклад, Lexion 6700). Особливості – володіє високопродуктивною системою молотильних і сепараційних елементів, яка ідеально підходить для збирання гороху. Має систему APS Hybrid для оптимального обмолоту з низьким рівнем втрат. Встановлені сучасні системи очищення і управління потоком культури, що забезпечують максимальну ефективність. Переваги – система високої продуктивності з низьким рівнем втрат зерна, відмінна адаптація до збирання гороху.

2.2. Geringhoff [29]

Моделі: Star або Hurricane. Особливості – спеціалізовані жатки для збирання гороху та інших бобових культур. Дозволяють акуратно збирати горох без пошкодження зерен завдяки спеціальним молотильним та сепараційним системам. Переваги – спеціалізовані рішення для збирання гороху, високий рівень збереження якості зерна.

3. Комбіновані машини для збирання та обробки врожаю

Інноваційні технології також дозволяють комбінувати збирання врожаю з обробкою, що значно знижує витрати на обробку.

3.1. Rabe [30]

Моделі: Rabe хедери для обробки гороху. Особливості – комбіновані технічні рішення для одночасного збирання та первинної обробки (очищення) гороху на полі. Переваги – підвищення ефективності роботи на етапі збирання.

4. Техніка для очищення та сортування

Для збирання гороху важливо мати на озброєнні не тільки комбайни, але й техніку для очищення та сортування зерна після збирання.

4.1. Bühler [31]

Моделі: Bühler Grain Cleaner. Особливості – машини для очищення зерна після збирання. Вони мають високопродуктивні системи для сортування і очищення гороху від сторонніх домішок. Переваги – покращена якість зерна після збирання, зменшення втрат.

Переваги використання інноваційної техніки для збирання гороху:

- зниження втрат врожаю. Сучасні комбайни з адаптованими молотильними системами знижують втрати зерна;
- підвищення продуктивності. Високопродуктивні машини дозволяють зібрати більше врожаю за менший час;
- збереження якості зерна. Техніка з модернізованими системами очищення та молотіння забезпечує мінімальне пошкодження зерен;
- автоматизація та управління. Модерні технології моніторингу та налаштування робочих процесів дозволяють адаптувати машини до умов поля, покращуючи ефективність.

Сучасні комбайни та спеціалізовані машини для збирання гороху, такі як John Deere, Claas, Case IH, New Holland та інші, дозволяють ефективно зібрати врожай при збереженні високої якості зерна. Використання інноваційних технологій, таких як автоматичне налаштування молотильних систем, забезпечує оптимальні умови для збирання гороху, що є важливим фактором для досягнення високих результатів у сільському господарстві.

Машини для післязбиральної обробки

Післязбиральна обробка — важливий етап у сільськогосподарському виробництві, що забезпечує збереження врожаю та підготовку продукції до подальшої обробки чи зберігання. Для гороху посівного після збирання необхідно здійснити очищення, сушіння та сортування, щоб зберегти високу якість зерна та мінімізувати втрати. Ось кілька марок та моделей машин для післязбиральної обробки, що використовуються для обробки гороху.

1. Машини для очищення та сортування зерна

Для післязбиральної обробки гороху важливо мати машини, які можуть ефективно очищати зерно від домішок, таких як солома, пил, каміння або інші сторонні матеріали.

1.1. Bühler [31]

Моделі: Bühler Grain Cleaner (наприклад, CLEANER SEED 2000). Особливості – машини для очищення зерна, які використовують вібраційні сита, а також системи для відділення дрібних і великих домішок. Високопродуктивні, здатні працювати з великою кількістю зерна за короткий час, зберігаючи високу якість. Переваги – висока ефективність очищення. Легкість в налаштуваннях для роботи з різними культурами, включаючи горох. Збереження високої якості зерна завдяки делікатному процесу очищення.

1.2. AGI (Automatic Grain Cleaning) [32]

Моделі: AGI Grain Cleaner. Особливості – високопродуктивні системи для очищення зерна, що включають ситові та повітряні фільтраційні системи. Особливий акцент на відокремлення дрібних часток та забезпечення рівномірного очищення. Переваги – простота в експлуатації. Висока точність очищення для делікатних культур, таких як горох.

1.3. Westrup [33]

Моделі: Westrup Gravity Separator. Особливості – механізми, які використовують силу тяжіння для ефективного очищення гороху від домішок. Забезпечують точне сортування зерна

за розміром і вагою, що дозволяє відокремити пошкоджені та неповноцінні частки. Переваги – висока точність сортування. Мінімальні втрати зерна при очищенні.

2. Машини для сушіння зерна

Горох, як і інші бобові культури, вимагає ретельного сушіння для забезпечення його зберігання протягом тривалого часу без розвитку хвороб або псування.

2.1. GSI (Grain Systems Inc.) [34]

Моделі: GSI Grain Dryer (наприклад, GSI SuperB Dryer). Особливості – системи для сушіння зерна з використанням гарячого повітря, що рівномірно циркулює по всьому об'єму. Підходять для сушіння різних типів зерна, включаючи горох, забезпечуючи збереження його якості. Переваги – висока ефективність сушіння з мінімальними витратами енергії. Рівномірне сушіння зерна, що забезпечує запобігання перегріву та пошкодженням.

2.2. Sukup

Моделі: Sukup Grain Drying Systems. Особливості – оновлені сушильні системи, що включають технології для швидкого та ефективного сушіння зерна. Спеціальні моделі для сушіння бобових культур, включаючи горох, зберігаючи їх поживні властивості. Переваги – легкість у налаштуваннях для різних культур. Мінімізація втрат поживних речовин під час сушіння.

2.3. FarmFan

Моделі: FarmFan Dryers. Особливості – системи для сушіння зерна з автоматичним контролем температури та вологості. Забезпечує економічне сушіння без перегріву зерна, що особливо важливо для делікатних культур, таких як горох. Переваги – висока енергоефективність. Забезпечує рівномірне сушіння без шкоди для якості зерна.

3. Машини для сортування та пакування

Після очищення та сушіння гороху важливо здійснити сортування за розмірами та пакування в ємності для подальшого зберігання або продажу.

3.1. Tomra

Моделі: Tomra Sorter (наприклад, Tomra 5C). Особливості – інтелектуальні сортувальні машини, які використовують технології зображення для виявлення пошкоджених або неповноцінних часток зерна. Сортування гороху відбувається за допомогою повітряних струменів або віброплатформ, що дозволяє мінімізувати втрати зерна. Переваги – висока точність сортування за допомогою сучасних технологій. Швидке та ефективне сортування, що підвищує якість кінцевого продукту.

3.2. Omas

Моделі: Omas Seed Sorter. Особливості – машини для сортування і пакування зерна, що працюють за допомогою фотоелектричних сенсорів. Призначені для сортування гороху та інших бобових культур за різними параметрами, такими як розмір, колір, вага. Переваги – підвищення ефективності сортування. Збереження високої якості зерна завдяки точним налаштуванням.

4. Інноваційні технології післязбиральної обробки

Сучасні післязбиральні технології використовують автоматизацію та інтеграцію з іншими етапами сільськогосподарського виробництва для оптимізації процесу обробки.

4.1. Ag Leader

Моделі: Ag Leader SeedSense. Особливості – інтелектуальні системи для моніторингу та оптимізації процесу післязбиральної обробки зерна. Технології для контролю процесів очищення та пакування в реальному часі. Переваги – підвищення точності обробки та мінімізація втрат. Підвищена автоматизація та зручність в експлуатації.

Інноваційна техніка для післязбиральної обробки гороху включає різноманітні машини для очищення, сушіння, сортування та пакування, які значно підвищують ефективність і якість обробки зерна. Такі марки, як Bühler, GSI, Claas, Tomra та інші, пропонують високопродуктивні системи, які допомагають фермерам досягти максимальних результатів у післязбиральному процесі, зменшити втрати і зберегти високу якість врожаю гороху.

7. Перспективи подальшого розвитку досліджень

Перспективи подальшого розвитку досліджень у галузі інноваційної техніки для сільськогосподарського виробництва при вирощуванні гороху посівного полягають у вдосконаленні існуючих технологій, а також у впровадженні новітніх розробок для підвищення ефективності виробництва, зменшення витрат і покращення якості продукції. Основні напрямки розвитку досліджень включають:

1. Автоматизація та цифровізація сільськогосподарської техніки

Сучасні технології автоматизації, в тому числі використання безпілотних тракторів і дронів, здатні забезпечити точне управління сільськогосподарськими процесами, такими як посів, внесення добрив, обробка рослин і збирання врожаю. Одна з ключових перспектив — розвиток систем точного землеробства (precision farming), які дозволяють:

- автоматично регулювати дозування добрив і засобів захисту рослин;
- визначати потреби в поливі і застосовувати його лише в необхідних ділянках;
- оптимізувати роботу комбайнів та іншої техніки для збирання врожаю, знижуючи витрати на енергію і час.

Такі технології здатні значно зменшити навантаження на навколишнє середовище і підвищити ефективність вирощування гороху.

2. Розвиток гібридних та мультифункціональних машин

Зростаюча потреба в більш ефективних та універсальних машинах для сільськогосподарських робіт відкриває перспективи розвитку нових моделей машин, які можуть виконувати кілька функцій одночасно (наприклад, сівба, обробка ґрунту, внесення добрив і захист рослин). Така техніка дозволяє значно знизити витрати на агротехнічні операції та покращити результативність кожної з них.

3. Технології для зменшення втрат під час збору врожаю

Одним із важливих напрямків розвитку є дослідження та вдосконалення технологій для зменшення втрат під час збору врожаю. Це включає:

- розробку нових жаток і обмолочувальних систем, що забезпечують мінімальні механічні пошкодження гороху;
- вдосконалення систем очищення та сортування для підвищення якості зерна та зменшення відходів;
- використання датчиків та штучного інтелекту для моніторингу втрат врожаю в реальному часі.

4. Екологічні та енергоефективні технології

Поглиблені дослідження у напрямку екологічної безпеки та енергоефективності техніки є важливим етапом у розвитку сільського господарства. Перспективи розвитку включають:

- вдосконалення технологій використання альтернативних джерел енергії для сільськогосподарських машин (сонячні батареї, біоенергія);
- розробку нових матеріалів для техніки, що дозволяють знижувати її вагу та зменшувати енергоспоживання;
- впровадження біорозкладних засобів для захисту рослин, що мінімізують негативний вплив на довкілля.

5. Біотехнології та генетика

Застосування біотехнологій для поліпшення сортів гороху та підвищення їх стійкості до хвороб, шкідників і несприятливих умов навколишнього середовища також стане важливою складовою інновацій. Перспективи включають:

- розробка нових сортів гороху з високою врожайністю та стійкістю до різних стресових факторів;
- використання генетично модифікованих культур для покращення якості продукції;
- розвиток біопрепаратів для захисту рослин, які будуть ефективними та безпечними для навколишнього середовища.

6. Системи моніторингу та аналізу даних

Важливим напрямком є створення систем моніторингу стану полів за допомогою датчиків, дронів і супутникових технологій. Це дозволить:

- виявляти дефекти в рості рослин або потребу в додатковому обробітку на ранніх етапах;
- визначати оптимальні умови для посіву та збирання гороху, що сприятиме підвищенню урожайності;
- реалізовувати інтелектуальні системи для прогнозування врожайності і оптимального використання ресурсів.

7. Інтеграція з ІТ-технологіями та блокчейн

Перспективи розвитку сільського господарства також включають інтеграцію інформаційних технологій, таких як штучний інтелект, блокчейн і великі дані, для відстеження всього ланцюга постачання гороху. Це дозволить:

- забезпечити прозорість виробничих процесів і постачання;
- оптимізувати управлінські рішення на основі даних про стан полів і урожай;
- забезпечити безпеку і якість продукції, що буде особливо важливо для експортних ринків.

Перспективи розвитку інноваційної техніки для вирощування гороху посівного вимагають комплексного підходу, який включає вдосконалення існуючих технологій, розробку нових матеріалів, використання сучасних цифрових технологій і вдосконалення процесів післязбиральної обробки. Ці напрямки досліджень допоможуть значно підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати і зберегти високу якість продукції, що в свою чергу сприятиме розвитку сільського господарства і зростанню його конкурентоспроможності на світовому ринку.

8. Висновки

Висновки щодо інноваційної техніки для сучасного сільськогосподарського виробництва при вирощуванні гороху посівного можна сформулювати наступним чином:

1. Удосконалення технологій обробки ґрунту та сівби. Інноваційні машини для підготовки ґрунту і сівби дозволяють зменшити витрати на робочий процес, підвищити точність і рівномірність висіву, а також зберігати родючість ґрунтів. Використання техніки, яка оптимізує витрати ресурсів, допомагає досягти високих урожаїв з мінімальними затратами.

2. Розвиток технологій внесення добрив і засобів захисту рослин. Машини для внесення добрив і захисту рослин сприяють точному і економічному використанню хімічних речовин, що знижує негативний вплив на навколишнє середовище, зменшує витрати та підвищує ефективність використання ресурсів. Застосування систем точного землеробства дозволяє вчасно реагувати на потреби рослин і зберігати екологічну рівновагу.

3. Інновації у післязбиральній обробці. Використання сучасних машин для очищення, сушіння і сортування врожаю дозволяє знизити втрати і покращити якість гороху. Техніка для збирання врожаю та післязбиральної обробки дозволяє ефективно і швидко працювати на великих площах, зменшуючи механічні пошкодження зерен і полегшуючи процеси зберігання та транспортування.

4. Автоматизація і цифровізація процесів. Інтеграція цифрових технологій, таких як дрони, датчики та безпілотні технології, у сільське господарство, включаючи вирощування гороху, дає можливість здійснювати точний моніторинг стану полів і оптимізувати агротехнічні заходи. Ці технології допомагають не лише підвищити ефективність, а й знизити витрати на обробку, полив, захист від хвороб і шкідників.

5. Екологічна та енергоефективна техніка. Розвиток машин, що працюють на альтернативних джерелах енергії, а також використання більш екологічних матеріалів для виробництва техніки, допомагає знижувати негативний вплив сільського господарства на навколишнє середовище. Така техніка сприяє зменшенню викидів шкідливих газів і споживання ресурсів.

6. Перспективи для майбутнього. Перспективи розвитку інноваційної техніки для вирощування гороху полягають у інтеграції новітніх досягнень в галузі біотехнологій, штучного інтелекту, блокчейн-технологій та систем точного землеробства. Ці нововведення дозволять збільшити врожайність, зменшити витрати та покращити якість продукції, що є важливим для забезпечення продовольчої безпеки та розвитку аграрного сектору.

Інноваційна техніка, яка застосовується при вирощуванні гороху посівного, дає можливість значно підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва, знижуючи витрати, покращуючи якість врожаю та зберігаючи екологічну рівновагу. Вдосконалення існуючих технологій, а також впровадження нових, сприятиме розвитку аграрної галузі і забезпеченню сталого виробництва високоякісної продукції в умовах глобальних викликів та змін клімату.

Список літератури:

- 1) Hrushetskyi S. (2024). Innovative potato technology for modern agricultural production. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 3(2), 1–20. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240302.01>.
- 2) Hrushetsky, S. M., Yaropud, V. M., Duganets, V. I., Duganets, V. I., Pryshliak, V. L., & Kurylo, V. M. (2019). Research of constructive and regulatory parameters of the assembly working organs for the potato's harvesting machines. *INMATEH-Agricultural Engineering*, 59(3), 101-110. <https://doi.org/10.35633/inmateh-59-11>.
- 3) Hrushetskyi, S., Yaropud, V., Kupchuk, I., & Semenyshena, R. (2021). The heap parts movement on the share-board surface of the potato harvesting machine. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, 14(63), 127–140. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2021.14.63.1.12>.
- 4) Sydorenko, O. I., Petrenko, A. M., & Kovalchuk, V. P. (2020). Innovatsiini tekhnolohii v silskomu hospodarstvi: Vykorystannia avtomatyzovanykh ta robotyzovanykh system dlia tochnoho zemlerobstva. Vydavnytstvo "Ahroinform".
- 5) Hrytsai, O. M. (2021). Suchasna tekhnika dlia obrobky gruntu ta posivu: Kombinovani sivalky z avtomatyzovanykh keruvanniam. *Zhurnal "Silke hospodarstvo ta tekhnika"*, 12(3), 45-57.
- 6) Lobanov, V. S., Tyshchenko, Yu. L., & Pavlenko, M. O. (2019). Avtomatyzovani systemy dohliadu za roslynamy: sensory dlia polyvu ta obrobky vid shkidnykiv. *Zhurnal "Ahroekolohiia"*, 28(4), 21-32.
- 7) Zakharchenko, A. V. (2022). Innovatsiini tekhnolohii dlia zbyrannia vrozhaiu bobovykh kultur: Kombainy novoho pokolinnia. *Ahronauka*, 15(2), 67-78.
- 8) Kovalchuk, V. P. (2020). Ekonomichni ta ekolohichni aspekty zastosuvannia tochnoho zemlerobstva v silskomu hospodarstvi. Vydavnytstvo "Ekonomika ahrobiznesu".
- 9) Shevchenko, M. O., & Kyselova, L. V. (2021). Perspektyvy rozvytku tekhnolohii u vyroshchuvanni horokhu: Vprovadzhennia droniv i biotekhnolohii. *Zhurnal "Suchasne ahrovyrobnytstvo"*, 30(1), 12-24.
- 10) John Deere. (n.d.). *Company John Deere*. Retrieved from <https://www.deere.ua/uk/index.html>.
- 11) Kverneland. (n.d.). *Company Kverneland*. Retrieved from <https://sng.kverneland.com/>.
- 12) Lemken. (n.d.). *Company Lemken*. Retrieved from <http://lemken.com.ua/>.
- 13) Caseih. (n.d.). *Company Caseih*. Retrieved from <https://www.caseih.com/emea/ua-ua/home>.
- 14) Vaderstad. (n.d.). *Company Vaderstad*. Retrieved from <https://www.vaderstad.com/ua/>.
- 15) Kuhn. (n.d.). *Company Kuhn*. Retrieved from <https://www.kuhn.ua>.
- 16) Horsch. (n.d.). *Company Horsch*. Retrieved from <https://www.horsch.com/ua>.
- 17) Greatplainsag. (n.d.). *Company Greatplainsag*. Retrieved from <https://www.greatplainsag.com/ua>.
- 18) Amazone. (n.d.). *Company Amazone*. Retrieved from <https://amazone.net/ua>.
- 19) Bredal. (n.d.). *Company Bredal*. Retrieved from <https://www.bredal.com/da/>.

- 20) Kuhn. (n.d.). *Company Kuhn*. Retrieved from <https://www.kuhn.ua/pro-kuhn>.
- 21) Rabe. (n.d.). *Company Rabe*. Retrieved from <https://rabe-agrartechnik.de/>.
- 22) Hardi. (n.d.). *Company Hardi*. Retrieved from <https://hardi.com/ua/>.
- 23) Vicon. (n.d.). *Company Vicon*. Retrieved from <https://surl.li/uudbfr>.
- 24) Avtopilot ta GPS-navihatsiia. (n.d.). Avtopilot ta GPS-navihatsiia. Retrieved from <https://surl.li/chddlz>.
- 25) Reinke Irrigation Systems. (n.d.). *Каталог продукції Reinke Irrigation Systems*. Retrieved from <https://surl.li/vthkop>.
- 26) Monitorynh Posiviv ta Analiz Poliv Dystantsiino. (n.d.). Monitorynh Posiviv ta Analiz Poliv Dystantsiino. Retrieved from <https://surl.li/hwllgg>.
- 27) New Holland. (n.d.). *Company New Holland*. Retrieved from <https://agriculture.newholland.com/>.
- 28) Claas. (n.d.). *Company Claas*. Retrieved from <https://www.claas.com/uk-ua>.
- 29) Geringhoff. (n.d.). *Company Geringhoff*. Retrieved from <http://geringhoff-ua.com/>.
- 30) Rabe. (n.d.). *Company Rabe*. Retrieved from <https://rabe-agrartechnik.de/>.
- 31) Bühler. (n.d.). *Company Bühler*. Retrieved from <https://www.facebook.com/buhlergroup>.
- 32) Ochystka zerna. (n.d.). Ochystka zerna. Retrieved from <https://surl.li/xitnlh>.
- 33) Westrup Gravity Separator. (n.d.). *Моделі: Westrup Gravity Separator*. Retrieved from <https://surl.li/lwyyfw>.
- 34) GSI Grain Dryer. (n.d.). *Моделі: GSI Grain Dryer*. Retrieved from <https://surl.li/ajvjsx>.

Innovative technology for modern agricultural production in the cultivation of field peas

Sergii Hrushetskyi

Department of Agricultural Engineering and Systems Engineering named after Mykhailo Samokysh, Institution of Higher Education "Podilskyi State University", Kamianets-Podilskyi, Ukraine

ORCID 0000-0002-0487-6152

Kateryna Nebaba

Department of Plant Breeding, Breeding and Seed Production, Higher Education Institution "Podilskyi State University", Kamianets-Podilskyi, Ukraine

ORCID 0000-0002-4529-3623

Abstract: Innovative equipment for modern agricultural production in the cultivation of field peas is an important element for increasing efficiency and reducing costs for field cultivation. Modern agricultural technologies include the use of precision soil cultivation systems, automated seeders, specialized tractors and harvesting machines, which significantly increase the productivity and quality of agricultural work. Thanks to innovative systems for applying fertilizers and plant protection products, it is possible to reduce the number of chemical treatments, which contributes to the environmental friendliness of pea cultivation. An important aspect is also the use of drones to monitor the condition of crops and determine the optimal moments for watering, processing and harvesting. Equipment that performs automated control of soil moisture and temperature allows you to accurately determine the needs of plants in water and nutrients, which ensures efficient use of resources and increases yield. In addition, the development of robotic technologies in pea harvesting allows you to minimize the cost of manual labor and reduce harvesting time, which is important for achieving high results in a short period. Innovative methods also include the use of biotechnology to create varieties of peas that are resistant to diseases and pests, which in turn reduces the need for chemicals and facilitates the cultivation process. The introduction of such technologies contributes not only to

increasing the efficiency of agricultural production, but also to improving the ecological state of the environment [1].

Keywords: innovative technology, agricultural production, pea, precision agriculture, automated systems, seeding machines, soil cultivation, harvesting, combined seeders, robotic technologies, economic efficiency, environmental safety, plant care technologies, biotechnology, drones in agriculture, sustainable development of agriculture.
