

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОДНОРЯДНОЇ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

С. В. Синій, к.т.н., доц.  
Луцький національний технічний університет  
Р. Б. Гевко, д.т.н., проф.  
Тернопільський національний економічний університет

**Ключові слова:** картоплезбиральна техніка, комбайн, конструкція.

### Анотація

У статті наведено результати аналізу тенденцій розвитку однорядної техніки для збирання картоплі.

**Постановка проблеми.** Картопля є однією з найбільш поширених культур в Україні, її виробництвом займається переважна більшість вітчизняних господарств – від населення до крупних агрофірм. Причому, близько 95% виробленої картоплі припадає на присадибні господарства, для яких характерні широке використання ручної праці на більшості технологічних операцій збирання та низька механізація процесу збирання загалом.

Збирання залишається найбільш ресурсозатратним процесом у виробництві картоплі, адже на сьогодні, як відомо, частка енерго- та працезатрат процесів збирання складає відповідно 50-60% та 60-70%.

Як свідчать вітчизняні статистичні дані та ФАО, Україна практично щороку потрапляє у п'ятірку світових лідерів з обсягів виробництва картоплі. Однак, такий вагомий результат досягається завдяки традиційно великим значенням показників валового збору, при незначних темпах росту інтенсифікації та механізації процесів виробництва. Враховуючи зростання важливості продовольчої проблеми для світової спільноти та світові тенденції до виробництва екологічно чистої продукції «органічного рослинництва», Україна зможе і надалі утримувати лідируючі позиції на продовольчому ринку з ряду сільськогосподарських культур, і зокрема – картоплі, за умови впровадження високопродуктивних технологій механізованого виробництва, найвагомішими серед яких є технології збирання.

Зважаючи на викладене вище, до важливих наукових та практичних завдань сільськогосподарського виробництва слід віднести дослідження та впровадження перспективних технологій та машин для збирання картоплі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням механізації процесів збирання картоплі та в загальному процесів збирання коренебульбоплодів присвячено ряд відомих наукових праць, зокрема у працях [1-5] висвітлюються питання функціонування картоплезбиральних машин, обґрунтовуються параметри конструкції та роботи картоплезбиральної техніки і окремих робочих органів. Технології та машини для збирання картоплі впроваджуються у сільське господарство рядом світових фірм-виробників техніки для збирання коренебульбоплодів, серед яких відомі «Grimme», «WM-Kartoffeltechnik» (Німеччина), «DeWulf» (Бельгія), «IMAC» (Італія), «Juko» (Фінляндія), «Agrifac», «Ploeger» (Нідерланди), «Lockwood» (США), «Unia» (Польща), «SANEI» (Японія) та ін.

Аналіз літературних джерел та електронних ресурсів показав, що основна частка досліджень та впроваджень картоплезбиральної техніки припадає на удосконалення існуючих конструкцій, а також – на розробку нових конструкцій з удосконаленням робочих процесів. Причому, від початку розвитку механізації процесу збирання і до теперішнього часу актуальність використання у світовій практиці однорядної картоплезбиральної техніки не зменшується. Ця закономірність зумовлюється поширенням у світі і традиційністю культури вирощування картоплі у більшості господарств сільського населення, значною

продовольчою та промисловою цінністю картоплі, а також – невичерпаними резервами з удосконалення конструкції робочих органів і робочих процесів збиральної техніки, в тому числі – внаслідок розвитку новітніх прогресивних технологій машинобудування та електроніки. Тому, у даній статті розглядаються тенденції розвитку однорядної картоплезбиральної техніки, що дозволить визначити перспективні напрямки досліджень картоплезбиральних машин та технологій відповідно до зростаючих агротехнічних та виробничих вимог.

**Мета дослідження.** Проаналізувати тенденції розвитку однорядної картоплезбиральної техніки для покращення агротехнічних показників робочих органів збиральних машин, а також підвищення продуктивності та якості виконання технологічних процесів збирання.

**Результати дослідження.** Продуктивність збирання та якість зібраного врожаю значною мірою залежать від застосовуваної техніки. Для ефективної роботи техніки її конструктивні рішення повинні бути адаптовані до особливостей конкретної технології вирощування, а також – ґрунтово-кліматичних умов в період збирання, які можуть відрізнятися навіть в межах однієї країни. Тому, аналіз рішення конструкції машини, робочих органів на предмет надійного та якісного виконання робочих операцій дозволяє оцінити придатність та ефективність роботи техніки на відповідність до існуючих чи запроєктованих виробничих умов збирання. А це, в свою чергу, є кроком до створення перспективних конструкцій картоплезбиральної техніки.

Таким чином, залежно від ґрунтово-кліматичних умов, розмірів і рельєфу поля, врожайності картоплі її збирають картоплекопачами або комбайнами. Картоплекопач підкопує бульбоносний пласт, частково сепарує його і скидає бульби, бадилля, грудки і каміння на поверхню поля. Далі бульби збирають робочі. Картоплезбиральний комбайн виконує підкопування бульбоносного пласта; сепарацію вороху картоплі від рослинних залишків, грудок і каміння; завантаження бульб у кузов транспортного засобу чи тару (контейнери, мішки, сітки, ящики) або у бурт на полі.

Розрізняють комбайнове збирання: однофазне (пряме комбайнування); двофазне (роздільне) і комбіноване. Однофазне збирання – виконання картоплезбиральним комбайном усіх операцій за один прохід по полю. При двофазному (роздільному) збиранні, яке застосовують на ґрунтах підвищеної вологості, картоплекопач-валкоукладач збирає бульби з кількох рядків у валок на зібраному полі (для 2-4-годинного просихання), потім їх підбирають комбайном. Комбінованим способом збирають картоплю на відсепарованих ґрунтах: картоплекопач-валкоукладач збирає бульби з кількох рядків і вкладає їх у міжряддя двох незібраних рядків, а далі комбайн збирає бульби з рядків та цього міжряддя, що підвищує його продуктивність і знижує засміченість бульб ґрунтом.

Західноєвропейські технології виробництва картоплі підкріплені широким рядом картоплезбиральної техніки, яка виготовляється у цих країнах. Ці технології разом з імпортною технікою з Європи поступово впроваджуються і в Україні, Росії та Білорусі. Слід відмітити певні особливості даних технологій:

- на відміну від вітчизняної ширини міжрядь до 70 см переважають міжряддя 75, 90 см (гребеневі посадки) і 110 + 30, 140 см (грядові посадки);

- ґрунтово-кліматичні умови в період збирання переважно легші від вітчизняних (забур'яненість поля, підвищена вологість ґрунту, важкі суглинисті ґрунти та ін.);

- врожайність досягає 40-45 т/га, тоді як середньостатистична вітчизняна врожайність близько 13 т/га, в період збирання є певні відмінності розмірно-масових показників бульб (а отже, частки бульб у складі вороху) та їх фізико-механічних показників.

- господарства заможніші і мають переважно більші, ніж в Україні площі під картоплю.

Відрізняються від українських технологій і американські (США, Перу та ін.) та азійські (Китай, Індія, Японія та ін.), перш за все – ґрунтово-кліматичними умовами в період

збирання. Зазначені вище особливості технологій слід враховувати при розробці і удосконаленні конструкцій вітчизняної техніки та виборі імпоротної.

Перед викопуванням бульб бадилля картоплі (картоплиння) та інших рослин (бур'янів) як правило видаляють, найбільш поширеними способами є механічний та хімічний. В Україні бадилля видаляють безкопіними косарками-подрібнювачами типу КИР-1,5 або іншими роторами (з ножами чи ланцюгами), які копіюють рельєф рядків та міжрядь. Також, використовуються ротаційні косарки з кількома ланцюгами для безкопінного збирання бадилля з 1 рядка. Серійні роторні косарки виготовляються не менш як 2-рядного виконання, а ротаційні – від 1-рядного. На присадибних ділянках скошування виконується і вручну, що забезпечує досить високу чистоту поверхні поля (мінімум рослинних залишків).

Зважаючи на те, що основним виробником картоплі в Україні на сьогодні є дрібні та середні господарства з площами вирощування до 50 га, найбільшого поширення набуло збирання картоплі з використанням різноманітних за складністю конструкції картоплекопачів (рис. 1), які підкопують та частково відсепаровують бульбоносний пласт з вкладанням бульб у валок чи розкиданням по полю, з наступним збиранням бульб уручну. Попит ринку у такій відносно дешевій техніці задовольняється як багатьма вітчизняними підприємствами, так і закордонними, розвивається ринок уживаних картоплекопачів.

Пасивні та активні лемішні копачі належать до найдавнішої та найпростішої за конструкцією викопувальної техніки, поширені у дрібних господарствах, можуть агрегатуватись з мотоблоками і міні-тракторами. Зазвичай активні леміші (вібро-копачі) конструктивно поєднують в парі з різноманітними ґратковими поверхнями, щоб отримати ефект сепарації грохотом (рис. 1,б), рідше – з мініелеваторними транспортерами (рис. 1,в). Пасивні копачі часто поєднують з активними швирилками (рис. 2), які мають привод від колеса копача чи від ВВП трактора і розкидають бульби по полю на ширину до 3-5 м. Зважаючи на простоту виготовлення, у господарствах поряд з серійними вітчизняними та імпортними копачами використовуються і різноманітні саморобні.

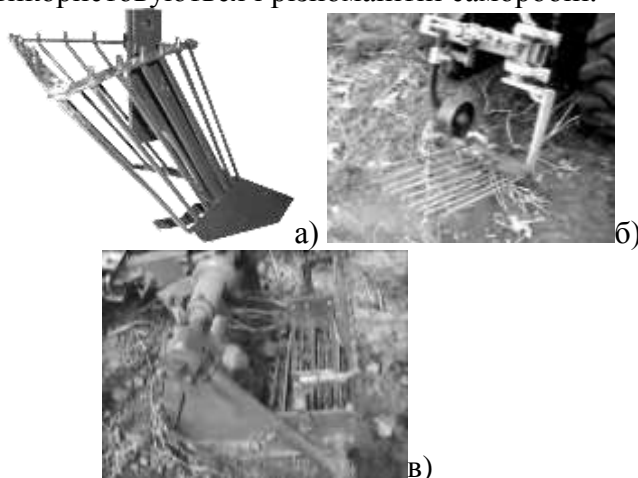


Рис. 1. Приклади конструкцій простих 1-рядних копачів: а) – пасивний леміш фірми «Мотор Січ» (Україна); б) та в) – віброкопач з ґраткою та з мініелеватором, з приводом активних робочих органів від ВВП трактора

При відносній дешевизні виготовлення простих картоплекопачів, лише вдала комбінація конструктивно-кінематичних параметрів конструкції дозволяє проводити підкопування і часткову сепарацію бульбоносного пласту без значних пошкоджень і втрат бульб при збиранні. Ще одним недоліком є великі працевзятрати на підбиранні бульб.

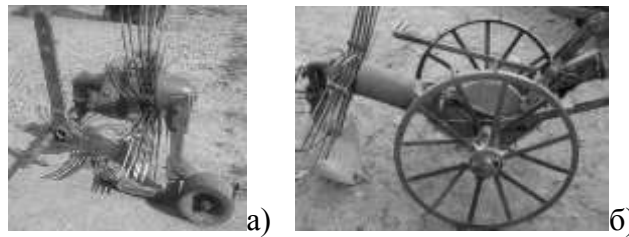


Рис. 2. Приклади конструкцій простих 1-рядних копачів: а), б) – швирялки з приводом активних робочих органів від ВВП трактора

До найбільш поширених серед складніших конструкцій картоплекопачів відносяться транспортерні. Вони складаються з пасивного лемеша (лемешів) із відкидними клапанами, якими бульбоносний пласт передається для сепарації на прутковий елеватор, обладнаний струшувачем. Боковини біля леміша виконуються пасивними (рис. 3,а) або встановлюються рухомі дискові ножі, що полегшує відрізання пласта (рис. 3, б). Транспортерів може бути кілька – для покращення сепарації, для відведення вороху у валок. Над транспортерами розташовують робочі органи різних конструкцій для покращення процесів подрібнення грудок та відділення бульб від бадилля.

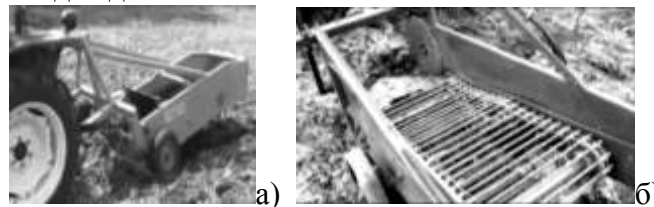


Рис. 3. Приклади конструкцій 1-рядних транспортерних картоплекопачів: а) – з пасивними боковинами; б) – з дисковими ножами по боках

Враховуючи поступове зростання в останні роки площ фермерських господарств та агрофірм, помітною є тенденція до застосування різноманітних за складністю конструкції та функціональністю картоплезбиральних комбайнів (рис. 4-10). Причому, з огляду на особливості сучасного економічного стану нашої держави, невеликі господарства надають перевагу дешевим уживаним комбайнам, переважно однорядним.

До найбільш ефективних та універсальних в роботі належать однорядні картоплезбиральні комбайни з комбінованими підкопувальними робочими органами – групи з пасивного лемеша (лемешів) з відкидними клапанами, опорного котка та відрізняч дисків. Кілька пруткових елеваторів забезпечують добру сепарацію. Прогумовані елементи – прутки елеваторів, пальчикові гірки, різноманітні щітки, шторки та пальці суттєво зменшують травмування бульб. Вальці застосовують для видалення рослинних залишків, грудок ґрунту.

Зважаючи на склад вітчизняних господарств-виробників картоплі, до перспективних на українському ринку картоплезбиральної техніки можна віднести конструкції малогабаритних однорядних комбайнів. На них вже є попит у середніх господарствах (з площами під картоплю до 50 га) і одночасно ці конструкції легко адаптуються до виробничих вимог дрібних господарств, враховуючи і присадибні ділянки.

Заслуговує уваги рішення міні-комбайна (рис. 2) для збирання з ширини міжрядь 60-70 см, компактність конструкції якого забезпечується способом відділення бульб від ґрунту і бадилля у висхідному потоці вороху [3], що по-новому відтворює відомий принцип доочищення вороху коренеплодів між двома полотнами транспортера, часто застосовуваний у вертикальних транспортерах завантаження вороху у бункер бурякозбиральних комбайнів. Такий спосіб транспортування бульбоносного пласту дозволяє інтенсифікувати сепарацію і відповідно скоротити шлях транспортування вороху в машині. Для завантаження бульб у тару використовується один робочий.



Рис. 4. Картоплезбиральний міні-комбайн КСК-1 «Кабан» фірми «Ижевский завод тепловых машин» (Росія), навісний 1-рядний копач-збирач картоплі з вивантаженням бульб у сітки чи ящики

Відоме рішення міні-комбайна Mini SS-1 (рис. 5), Mini SS-2 (з двостороннім бункером) японського виробництва, у якому вертикальне переміщення вороху картоплі на верхній ярус здійснюється розташованим впоперек машини барабанним елеватором. У конструкції комбайна полотно завантажувального транспортера одночасно служить перебиральним столом, розрахованим для одного робітника. Компактності та простоті конструктивної схеми сприяють ґрунтово-кліматичні умови збирання, відмінні від вітчизняних.



Рис. 5. Картоплезбиральний міні-комбайн Mini SS-1 фірми «SANEI» (Японія), навісний 1-рядний з бункером для вивантаження бульб у великий мішок чи на поле

Одним із прикладів малогабаритного однорядного комбайна є розроблений нами (на базі конструктивно-функціональної схеми з патенту №51984) напівначіпний бункерний комбайн КПБ-1 (рис. 6), який агрегується з тракторами класу 0,6-1,4 тс, виконує збирання з ширини міжрядь 50-70 см.



Рис. 6. Картоплезбиральний малогабаритний комбайн КПБ-1 (Україна), напівпричіпний 1-рядний з бункером на 0,75т для вивантаження бульб на поле

У даному рішенні для забезпечення кращої компактності комбайна передбачено підбір вороху картоплі з другого Г-подібного елеваторного транспортера скребками розташованого прямо над ним завантажувального транспортера, який подає бульби у бункер. Завдяки такому способу вертикального транспортування вороху забезпечується простота конструкції. При цьому компактність конструкції досягнута із збереженням основних функцій комбайна. Отримані нами результати роботи комбайна під час сезонів збирання 2010 та 2011 років є позитивними.

Картоплезбиральний міні-комбайн SUPER MIDI (рис. 7) обладнаний ротаційною косаркою для скошування бадилля та елеваторними транспортерами. На операціях перебирання та завантаження бульб у тару зайнято двоє робочих. Діаметрально протилежне фронтальне розташування викопувального вузла (виконує бічне підкопування) та контейнера бульб (зависає над незібраними рядками) і розташований впоперек руху транспортер, що служить перебиральним столом, забезпечують компактність конструкції.



Рис. 7. Картоплезбиральний міні-комбайн SUPER MIDI фірми «Juko» (Фінляндія), навісний 1-рядний з бічним підкопуванням, вивантажує бульби у контейнер (можлива поставка з платформою для розфасування у мішки або з транспортером для вивантаження у транспортний засіб)

Провідні світові виробники картоплезбиральної техніки демонструють гнучкість пристосування техніки до особливостей технологій збирання різних країн, випускаючи широку гаму типорозмірів машин (від копачки до комбайна) та використовуючи модульний принцип при комбінуванні функціональності конструкції (наприклад, у комбайнів: бункери різного об'єму; різні транспортери завантаження у транспортний засіб та в тару; пристрої для відділення та бункери для збирання каміння, дрібної картоплі). Це повною мірою стосується і однорядної техніки (рис. 8-10).



Рис. 8. Картоплезбиральний комбайн SE 75-20 фірми «Grimme» (Німеччина) 1-рядний з бункером на 2,0/2,3т (можлива поставка з платформою для розфасування у мішки)



Рис. 9. Картоплезбиральний комбайн SE 75/85-55 фірми «Grimme» (Німеччина) 1-рядний з бічним підкопуванням і бункером на 5,8т

У сучасних конструкціях однорядних комбайнів провідних виробників техніки поряд із вже звичним гідроприводом робочих органів передбачено застосування автоматики для: ведення машини (копіювання рядка, вирівнювання руху на схилах); регулювання роботи викопувальних пристроїв (у вертикальному та горизонтальному напрямках), транспортерів; плавного та контрольованого заповнення бункера. Використання системи відеоспостереження за робочими процесами безпосередньо з кабіни трактора підвищує якість та продуктивність збирання.



Рис. 10. Картоплезбиральний комбайн 7580 RB25 фірми «ІМАС» (Італія) 1-рядний з бічним підкопуванням і бункером на 2,5/3,0т

Завдання повної механізації усіх робочих операцій картоплезбирального комбайна вирішене неповністю, оскільки операції перебирання зазвичай виконуються вручну – до роботи за перебиральним (інспекційним) столом залучається до 6 робітників (на потужних високопродуктивних однорядних комбайнах).

**Висновки.** Актуальною сьогодні та у найближчій перспективі є потреба українських виробників картоплі у дешевому та одночасно надійному у роботі картоплезбиральному комбайні. Враховуючи розвиток машинобудування в Україні, такі вимоги можна забезпечити простою та компактною конструкцією однорядного чи дворядного комбайна вітчизняного виробництва. Для підвищення продуктивності та якості роботи комбайнів, при проектуванні їх конструкцій потрібно враховувати перспективні вимоги до механізації та автоматизації робочих процесів.

#### Бібліографічний список

1. Борычев С.Н. Машинные технологии уборки картофеля с использованием совершенствованных копателей, копателей-погрузчиков, и комбайнов: автореф. дисс. на соискание научн. степени д-ра техн. наук: спец. 05.20.01 - „Технологии и средства механизации сельского хозяйства" С.Н. Борычев - Рязань, 2008.
2. Долгов И.А. Уборочные сельскохозяйственные машины (конструкция, теория, расчёт): Учебник. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2003. – 707 с.
3. Максимов Л. М. Новый мини-комбайн для уборки картофеля. // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2007. - № 3.
4. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. - М.: Машиностроение, 1984. - 320 с.
5. Рейнгарт Э. С., Сорокин А. А., Пономарев А. Г. Унифицированные картофелеуборочные машины нового поколения. // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2006. - № 10.

#### Тенденции развития однорядной картофелеуборочной техники

С. В. Синий, к.т.н., доц., Луцкий национальный технический университет

Р. Б. Гевко, д.т.н., проф., Тернопольский национальный экономический университет

#### Аннотация

В статье изложены результаты анализа тенденций развития однорядной техники для уборки картофеля.

**Ключевые слова:** картофелеуборочная техника, комбайн, конструкция.

#### Progress trends one row technique for harvesting of potato

S. V. Synii, Ph.D., assistant professor, Lutsk National Technical University

R. B. Gevko, is doctor of engineering sciences, professor, Ternopil National Economic University

#### Abstract

In the article the results of analysis of progress trends are expounded one row technique for harvesting of potato.

**Key words:** technique for harvesting of potato, the harvester, construction.