

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ АГРОПІДПРИЄМСТВ МАЛИХ ФОРМ ГОСПОДАРЮВАННЯ

**Семірненко Світлана Леонідівна**

кандидат технічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-9304-3637

svitlana.semirnenko@snau.edu.ua

**Семірненко Юрій Іванович**

кандидат технічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-4230-4614

yurii.semirnenko@snau.edu.ua

*Найбільш трудомістким для всіх агропідприємств, а особливо для підприємств малих форм господарювання, є технологічний процес збирання картоплі. Вказаних підприємствах на збирання бульб даної культури витрачається близько 60 % витрат праці. Даний технологічний процес потребує також значних енергетичних витрат.*

*При цьому, найбільший відсоток пошкоджень бульби картоплі отримують саме при механізованому збиранні. Проведений аналіз досліджень вказує на те, що при збиранні картоплі картоплезбиральними комбайнами, близько 20 % від валового збору бульб травмуються, що в подальшому приводить до їх втрат при зберіганні.*

*Другим джерелом втрат картоплі при механізованому збиранні є не викопані та не підняті на поверхню бульби. При цьому у залежності від ряду факторів, відсоток втрат бульб може значно різнитися і знаходитись в межах від 5 % до 16 %.*

*Відповідно до статистичних даних за останні три роки площі під картоплею у сільськогосподарських підприємствах малих форм господарювання становлять від одного до десяти гектар. Тому, для даних агропідприємств застосування комбайнової технології збирання картоплі є недоцільним ні з технічної, ні з економічної точки зору. Неможливість використання комбайнової технології збирання картоплі обумовлена ще й відсутністю тракторів необхідного тягового класу для агрегування картоплезбиральних комбайнів. Крім того, значна частина вказаних господарств не мають тракторів, а застосовують у якості тягового засобу мотоблоки різної потужності. У зв'язку з чим дані агропідприємства для збирання врожаю бульб картоплі використовують, як правило, картоплекопачі.*

*В статті проведений аналіз технічних засобів для збирання бульб картоплі в агропідприємствах малих форм господарювання, їх розподіл за характером технологічного процесу.*

*Проведені теоретичні дослідження по визначенню раціонального діаметру дискових ножів. Проведені дослідження по визначенню впливу розташування осі дискових ножів відносно носка леміша картоплекопача на якісні показники його роботи. Визначено раціональний виліт осі дискових ножів відносно носка леміша. Були проведені дослідження по визначенню впливу глибини ходу дискових ножів на якісні показники роботи агрегату. В результаті досліджень визначено раціональну глибину ходу дискових ножів.*

*Визначено відсоток зменшення втрат бульб картоплі за рахунок використання картоплекопача із запропонованими дисковими ножами та параметрами їх установки.*

**Ключові слова:** картопля, технологія, збирання, дослідження, викопування, дискові ножі, картоплекопач, втрати.

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2024.1.11>

**Вступ.** Збирання картоплі – операція, що потребує значних витрат праці не тільки у виробництві товарних бульб, а й взагалі у виробництві рослинної сільськогосподарської продукції. Не дивлячись на механізовані технології збирання картоплі, витрати праці в залежності від технологій, засобів механізації та призначення продукції можуть становити близько 300 людино-годин на гектар. В той же час, найбільший відсоток пошкоджень бульби картоплі отримують саме при збиранні засобами механізації. Так, проведені рядом вчених дослідження вказують на те, що при збиранні картоплі картоплезбиральними комбайнами, близько 20 % від валового збору бульб травмуються,

тобто травмується кожна п'ята бульба. Як відомо, механічні пошкодження бульб картоплі приводять до її втрат при зберіганні (Hrushetskyi, 2016; Vasyliuk, 2013; Bulhakov, 2012).

Другим джерелом втрат картоплі є не викопані та не підняті на поверхню бульби. У залежності від способу садіння, сорту картоплі, використання картоплезбиральної техніки і т. ін. відсоток втрат може значно різнитися і знаходитись в межах від 5 % до 16 %.

Таким чином, тільки при збиранні картоплі із застосуванням засобів механізації відсоток втрат бульб може доходити до 30 % від загального об'єму вирощеної товарної картоплі.

Вирішенням проблем по зменшенню втрат картоплі за рахунок її травмування займалися як вітчизняні вчені, так і зарубіжні: В. Вітенко, Н. Буняк, В. Куценко, М. Влащенко, Р. Лавров, Є. Ходаківський, Т. Приймачук, В. Положенець, Н. Вождай, Л. Мех, А. Бондарчук, В. Кононченко, О. Асафразбекян, Н. І. Верещагін, Burton, Hine, Nilson та ін. (Zaika, 2017; Kobets et al., 2014; Buniak, 2012).

Проблемами по зменшенню механічних пошкоджень бульб картоплі при її збиранні займалися такі вчені, як: Е. Аглухих, О. Асафразбекян, Н. Верещагін, С. Грушецький, Б. Козаченко, В. Пастухов та ряд інших дослідників (Hrushetskyi, 2016; Vasyliuk, 2013; Bulhakov, 2012).

Слід зазначити, що проведені дослідження вище зазначеними науковцями не розкривають у повній мірі вирішення проблеми втрат бульб картоплі при її збиранні саме у агропідприємствах малих форм господарювання.

**Постановка проблеми та шляхи її вирішення.** При збиранні картоплі на важких та середньоважких ґрунтах, а також засмічених бур'янистою рослинністю, питомий опір підрізання бульбоносного шару є досить значним і може в 1,5–2 рази перевищувати питомий опір при роботі агрегатів на легких і не забур'янистих ґрунтах. Також, треба зазначити, що на опір підрізання бульбоносного шару ґрунту значно впливає його вологість.

Крім збільшення питомого опору копанню картоплі йде нерівний відрив шару ґрунту, що в деяких випадках спричиняє «втягування» картоплі з рядка та пошкодження її боковими гранями робочих органів, особливо при використанні коритоподібних лемішів. Крім указаних функцій, дані дискові ножі забезпечать зрізання бокових пагонів бадилля картоплі, яке при попередньому скошуванні перед збиранням через вилягання може мати довжину до 20 см.

Вирішення даної проблеми можливе, на нашу думку, за рахунок застосування дискових ножів, які установлюватимуться спереду леміша на рівні його бокових граней. За рахунок установки дискових ножів знизиться тяговий опір картоплекопача за рахунок поздовжнього розрізання шару ґрунту в напруженому стані (розтягнутому стані), підвищиться якість копання картоплі – зменшиться кількість грудок, пошкоджених бульб, забезпечиться рівномірність ходу копача, покращиться якість просіювання ґрунту на сепаруючих органах картоплекопача.

**Матеріали і методи досліджень.** В дослідженнях використовувались картоплекопачі.

Загальна методика досліджень передбачала визначення впливу на якість викопування картоплі удосконаленого картоплекопача при конкретних умовах, експериментальну перевірку в польових умовах, а також визначення ефективності викопування бульб.

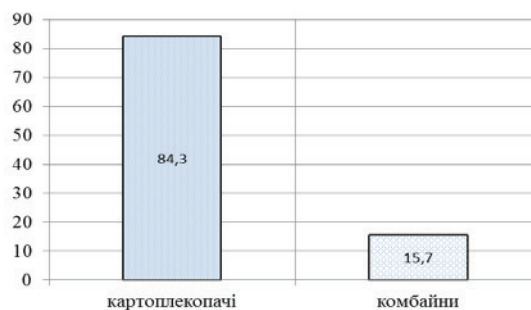
Аналітичні та експериментальні методи досліджень виконувались на основі загальноприйнятих методик із використанням вимірювальної апаратури, а також за допомогою застосування чисельних методів та застосування теорії планування багатofакторного експерименту.

Для обробки експериментальних результатів досліджень застосовані основні методи математичної статистики, теоретико-емпіричний, теорії міцності, графічний, порівняльний, кінцевих елементів. Експериментальні

дані опрацьовували за допомогою прикладних програмних пакетів Microsoft Excel, SOLIDWORKS, STATISTICA 6.

**Результати досліджень.** Забезпечення повної механізації технологічного процесу збирання картоплі можливе лише при одночасному виконанні операцій по підкопуванню бульб, відділенню бадилля картоплі, бур'янів та ґрунту, виконанні вивантаження картоплі в транспортний засіб. Одночасне виконання даних операцій забезпечується тільки сучасними, високопродуктивними комбайнами, які розраховані на великі площі і ефективні при довжині гонів, що вимірюються сотнями метрів. Такі технічні засоби збирання картоплі доцільні при застосуванні у великих сільськогосподарських підприємствах з відведеними площами під картоплю – 100 і більше гектарів (Hrushetskyi, 2016; Semyrnenko & Semyrnenko, 2022).

Для агропідприємств малих форм господарювання площі під картоплею становлять, як правило, від одного до десяти гектар. Так, зі статистичними даними, за останні три роки середні площі під картоплею у підприємствах вказаної форми господарювання становили 2,1 гектара. Використання комбайнової технології збирання картоплі на даних площах недоцільно ні з технічної, ні з економічної точки зору. Не менш важливим фактором неможливості використання комбайнової технології збирання картоплі є відсутність тракторів необхідного для агрегування комбайнів тягового класу. А в значній частині господарств – взагалі відсутність тракторів (застосовується мотоблочна технологія вирощування та збирання картоплі). Тому, в даних агропідприємствах основну частину парку техніки для механізованого збирання бульб картоплі складають картоплекопачі (рис. 1).



**Рис. 1. Розподіл технічних засобів для збирання картоплі в агропідприємствах малих форм господарювання**

Нині картоплекопачі, що використовуються в агропідприємствах малих форм господарювання, за характером технологічного процесу поділяються на три типи (Hrushetskyi, 2016; Zaika, 2017; Nevko, 2016):

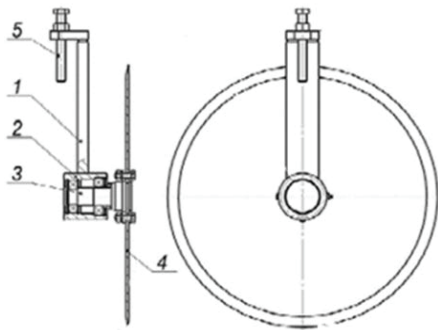
- 1) картоплекопачі, що порушують зв'язок кущів картоплі з ґрунтом і підіймають бульби картоплі на поверхню поля;
- 2) картоплекопачі роторні – підкопують кущі картоплі та розкидають шар ґрунту та бульби перпендикулярно до рядка;
- 3) картоплекопачі просіваючі – підкопують кущі картоплі та направляють підкопану масу на сепаруючі органи.

Кожний із наведених вище типів копачів має свої певні переваги та недоліки. Але, на нашу думку, одним із основних показників якості їх роботи є втрати картоплі як не викопаної, так і пошкодженої – не товарної.

Так, при простоті конструкції першого типу копачів він має найнижчі якісні показники – втрати бульб картоплі становлять до 30 %. Другий тип копачів має більший відсоток травмованих бульб у порівнянні із першим, але загальний відсоток втрат не перевищує 18 %. Третій тип копачів має найнижчий відсоток втрат – до 12 % та найнижчі затрати праці при збиранні.

Дискові ножі призначені для виконання наступних технологічних функцій – підрізання ґрунту з боків рядка картоплі та направлення частково розпушеного ґрунту на леміш картоплекопача (Hrushetskyi, 2016; Kobets et al., 2014; Synii et al., 2012).

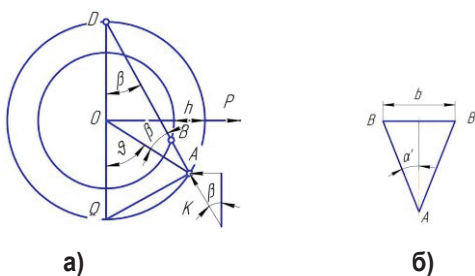
На рис. 2 наведена схема пропонованого дискового ножа для установлення на картоплекопач.



**Рис. 2. Схема дискового ножа: 1 – стійка; 2 – підшипниковий вузол; 3 – вісь; 4 – диск ножа; 5 – механізм регулювання**

При виконанні проектування дискового ножа необхідно визначитися із основним геометричним параметром – діаметром диска, який залежить від глибини, на якій проходить процес підрізання ґрунту.

На рисунку 2 наведено схему В. П. Горячкіна для визначення різання ґрунту дисковим ножом (Zaika, 2017). Приймаємо, що диск має товщину  $b$ , заглиблений до середини і котиться без ковзання навколо точки  $O$  (рис. 3). Тоді опір  $K$  кожного елементарного клина  $AB$  по довжині  $Rdv$ , де  $R$  – радіус диска, який направлений в точку  $D$  перпендикулярно до відрізка  $OA$ .



**Рис. 3. Схема для визначення різання ґрунту дисковим ножом: а – визначення сил, що діють на дисковий ніж; б – переріз диска ножа**

Із рисунка 3 (б) кут різання буде становити:

$$\operatorname{tg} \alpha' = \operatorname{tg} \alpha \cos \beta, \quad (1)$$

де  $\alpha$  – кут заточення дискового ножа.

Сила тяги з формули (1) при знаходженні  $\alpha$  через  $Rdv$ , буде:

$$dP = K \sin \beta = 2 pb(1 + \operatorname{ctg} \alpha') R \sin \beta dv. \quad (2)$$

Діаметр диска можна визначити за теоремою синусів із трикутника  $ABD$ . Він буде дорівнювати:

$$D = \frac{\left(\frac{2H+d}{2}\right) \cdot \sin \varphi_4}{\sin \beta}. \quad (3)$$

В результаті розрахунків мінімальний діаметр диска буде становити 500 мм. Приймаємо за раціональний діаметр – 600 мм (по аналогії з дисковим ножом лемішних плугів).

В таблиці 1 наведені польові випробування картоплекопача КА-1 з дисковими ножами

Таблиця 1

**Показники випробувань і їх значення**

№ з/п	Показники	Значення
1	Агрегат	Т-25Ф + КА-1
2	Сорт картоплі	«Анатан»
3	Врожайність	200 ц/га
4	Тип ґрунтів	Дерно-підзолисті
5	Ухил поля	2°
6	Вологість ґрунту	20%
7	Твердість ґрунту на глибині копання	1,82 МПа
8	Висота гребнів	18-20 см

При проведенні даних випробувань було виявлено чітко виконання дотримання робочого процесу всіма робочими органами, якісні показники роботи відповідали заявленим агротехнічним вимогам (Vasyliuk, 2013; Bulhakov, 2012). Агротехнічні показники наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Агротехнічні показники випробувань агрегату**

№ з/п	Показник	Значення
1	Повнота викопування бульб: - піднято на поверхню - залишено в ґрунті - залишено на поверхні	100 % 1 % 2 %
2	Число пошкоджених бульб на 100 штук	5

При проведенні експериментальних досліджень застосовувався агрегат у складі трактора Т-25Ф та картоплекопача просіваючого типу КА-1. Дослідження проводилися на площі 22,5 га.

Технічна характеристика даного картоплекопача наведена в таблиці 3.

Основним недоліком даного виду картоплекопачів є та особливість в роботі, що при підкопуванні шару бульбоносного ґрунту лемішем проходить розвалювання

Технічна характеристика картоплекопача КУ-1 (Невко, 2016)

Показник	Значення
Тип копача	Однорядний транспортерний
Потужність трактора	18 – 30 к. с
Продуктивність	0,22 га/зміну
Тип приводу	ВОМ, через редуктор
Кількість рядків підкопування	1
Тип транспортера	Металевий зі стрічкою
Ширина ножа	48 см
Ширина транспортера	50 см
Глибина копання максимальна	24 см
Габаритні розміри ДхШхВ, мм	1600х900х950
Вага	125 кг

пласта із значним відсотком втрат картоплі. Це приводить до не ефективного використання агрегату, зниження якості збирання та збільшення тягового опору картоплекопача. Крім того, через забивання робочих органів ворохом, що захоплюється боковими гранями леміша виникає необхідність в частих зупинках агрегату для чищення робочих органів, що приводить до зниження продуктивності картоплекопача та збільшення витрат праці на виконання даної операції.

Для подолання даних проблем нами було встановлено по обидві сторони від леміша дискові ножі. Місце установки дискових ножів показано на схемі перерізу рядка картоплі (рис. 4).

За рахунок дискових ножів буде забезпечено підвищення якості підкопування картоплі. Стінка борозни буде рівно обрізаною, не буде випадання ґрунту з бульбами за бокові грані леміша. Крім того, не будуть забиватися ворохом (остатками зрізаного бадилля) робочі органи, забезпечиться краща прямолінійність руху картоплекопача.

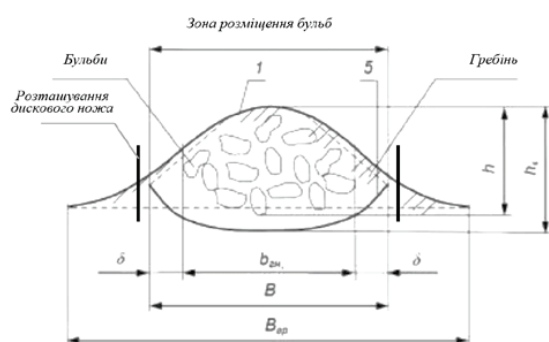


Рис. 4. Схема перерізу рядка картоплі:  $B_{ар}$  – ширина гребня;  $B$  – ширина захвату леміша;  $b_{ен}$  – ширина бульбоносного шару;  $\delta$  – можливе відхилення рядка від прямолінійності;  $h$  – глибина залягання бульб картоплі;  $h_n$  – глибина ходу леміша

Перші дослідження були направлені на визначення установки осей дискових ножів відносно носка леміша. Відносно бокової грані леміша дискові ножі встановлювалися максимально близько до неї. Конструктивно це виконувалося на відстані 10 мм від

бокових граней назовні. Місце установки дискового ножа визначалося по якості виконання операції викопування картоплі. За нульове значення було взято співпадіння осі дискових ножів із носком леміша картоплекопача (рис. 5). Найбільше значення зміщення було взято 100 мм. Крок зміщення осі при проведенні досліджень становив 25 мм.

Під час досліджень роботи картоплекопача було виявлено, що при русі картоплекопача перед його лемішем проходить спучування та розтягування шару ґрунту. При цьому встановлено, що зона найбільшого напруження знаходиться за носком леміша. Виходячи з цього, дискові ножі доцільно встановлювати за носком леміша, щоб середня частина дискових ножів розрізала шар ґрунту у найбільш напруженому місці. При виконанні процесу різання шару ґрунту дисковими ножами за рахунок дії сили, що розтягує, шар ґрунту зміщується від леза. Було виявлено, що кут заточки леза дискових ножів не має суттєвого впливу на різання скиби ґрунту – з ґрунтом постійно взаємодіє кромка ножа.

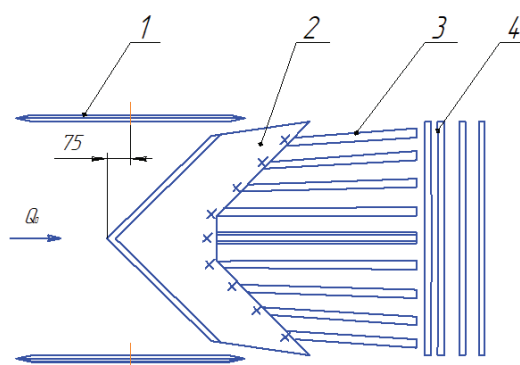


Рис. 5. Схема картоплекопача з установкою дискових ножів: 1 – дискові ножі; 2 – леміш; 3 – відкидні пальці; 4 – прутковий сепаратор;  $Q_0$  – подача бульбоносного шару

Дослідження проводилися шляхом переміщення дискових ножів після кожного випробування на 25 мм (крок установки – 25 мм).

При кожному положенні дискових ножів проводилось викопування рядка на довжині 20 м.



Якісними показниками були: повнота викопування бульб картоплі та відсоток пошкодження. На рисунку 6 приведені графічне зображення результатів даних досліджень.

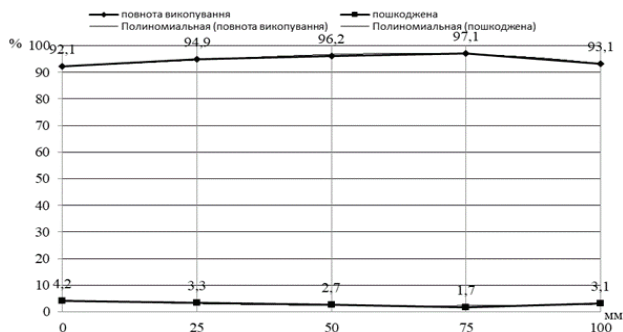


Рис. 6. Залежність якості викопування бульб від установки дискових ножів

Вплив місця установки дискових ножів ( $l_0$ ) відносно носка леміша картоплекопача на повноту викопування бульб картоплі (В) можна визначити за допомогою наступного рівняння:

$$V = -0,2833l_0^3 + 1,55l_0^2 - 0,2667l_0 + 91,18 \quad (4)$$

Вплив місця установки дискових ножів ( $l_0$ ) відносно носка леміша картоплекопача на пошкодження бульб картоплі (П) визначається наступним виразом:

$$P = 0,3l_0^2 - 2,18l_0 + 6,24 \quad (5)$$

Аналізуючи дані досліджень, що наведені на рис. 6, можна зробити висновок, що при установці осі дискових ножів без зміщення відносно носка леміша показники якості роботи картоплекопача КУ-1 погіршуються у порівнянні з роботою без ножів. Це пояснюється тим, що винесені вперед дискові ножі не забезпечують підтримання пласта, що піднімається лемішем, а також, за рахунок початку різання перед підняттям шару лемішем появляється нестабільність їх роботи – не співпадіння перпендикулярності між віссю дискових ножів та поздовжньою віссю картоплекопача.

Найкращі якісні показники роботи даного картоплекопача були при зміщенні осі дисків відносно носка леміша на 75 мм. При такій установці дискових ножів загальні втрати бульб картоплі у порівнянні із базовою моделлю картоплекопача КА-1 зменшились на 5,5 %, тобто це забезпечує збільшення врожайності на 11,0 ц/га.

Наступні дослідження направлені на визначення глибини ходу дискових ножів (рис. 7).

Враховуючи глибину ходу леміша при виконанні досліджень 200–220 мм, задаємось діапазоном глибини ходу дискових ножів. Вважаємо, що дискові ножі можуть заглиблюватися в шар ґрунту на глибину ходу леміша  $\pm 20$  мм по аналогії із лемішними плугами загального призначення.

Дослідження проводили з урахуванням зазначених показників із кроком 10 мм. За середню глибину ходу леміша було взято 210 мм.

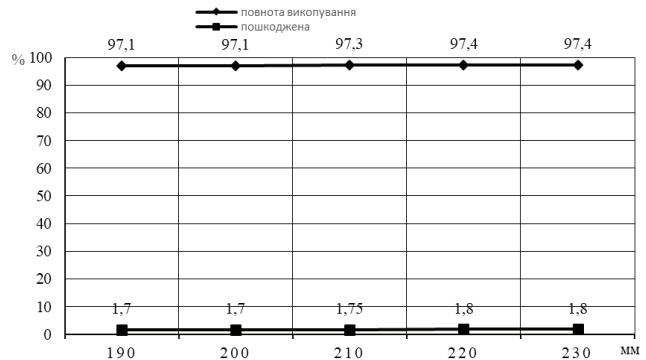


Рис. 7. Залежність якості викопування бульб від глибини ходу дискових ножів

Вплив глибини установки дискових ножів ( $h_0$ ) на повноту викопування бульб картоплі (В) можна визначити за допомогою наступного рівняння:

$$V = -0,025h_0^3 + 0,2179h_0^2 - 0,4571h_0 + 97,36 \quad (6)$$

Вплив глибини установки дискових ножів ( $h_0$ ) на пошкодження бульб картоплі (П) визначається наступним виразом:

$$P = -0,0083h_0^3 + 0,075h_0^2 - 0,1667h_0 + 1,8 \quad (7)$$

В результаті проведених досліджень було виявлено, що в діапазоні глибин ходу леміша – від 190 мм до 230 мм якісні показники роботи агрегату залишалися не змінними. Тому, враховуючи той факт, що із збільшенням глибини ходу дискових ножів опір агрегату збільшується, було прийнято, що глибина ходу дискових ножів на 20 мм менша глибини ходу леміша картоплекопача, і в нашому випадку прийнята за раціональну 190 мм. Цей показник забезпечує ефективну роботу картоплекопача – в момент підрізання шару ґрунту дисковими ножами за рахунок роботи леміша він знаходиться в напруженому стані і його відділення від загального масиву проходить нижче глибини ходу дискових ножів.

**Обговорення.** Проведений аналіз наукових публікацій вказує значний відсоток втрат картоплі при її збиранні картоплезбиральними комбайнами, а особливо, картоплекопачами (Hrushetskyi, 2016; Vasyliuk, 2013; Bulhakov, 2012; Zaika, 2017; Kobets et al., 2014; Buniak, 2012; Semyrnenko & Semyrnenko, 2022). Дослідження показали, що саме в агропідприємствах малих форм господарювання найчастіше для збирання бульб картоплі застосовуються картоплекопачі.

На основі проведених досліджень по зменшенню втрат при збиранні бульб картоплі проведено удосконалення картоплекопача.

Таким чином, використання даного удосконаленого картоплекопача забезпечить зменшення втрат бульб картоплі на 5,5 %.

**Висновки.** Виконаний аналіз технічних засобів для збирання бульб картоплі в агропідприємствах малих форм господарювання показав, що основними машинами для викопування картоплі є картоплекопачі – 84,3 %. Проведені теоретичні дослідження по визначенню раціонального діаметру дискових ножів та

визначені раціональні параметри установки дискових ножів при заданих умовах роботи. Найкращі якісні показники роботи картоплекопача були при зміщенні осі дисків відносно носка леміша на 75 мм. Визначено раціональну

глибину ходу дискових ножів – 190 мм. При вказаних параметрах установки дискових ножів, загальні втрати бульб картоплі у порівнянні із базовою моделлю картоплекопача КА-1 зменшились на 5,5 %.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Bulhakov, V. (2012). Suchasnyi stan vyrobnytstva kartopli ta perspektyvy rozrobky kartoplezbyralnykh mashyn [The current state of potato production and prospects for the development of potato harvesting machines] Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. – Vinnytsia: VNAU, No 11. 1 (65), 103–109 (in Ukrainian).
2. Buniak M. N. (2012). Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva ta realizatsii kartopli [Economic efficiency of potato production and sales] Visnyk ahrarnoi nauky. Liutyi, 73 – 75 (in Ukrainian).
3. Hevko, R. B., Synii, S. V., Hundzyk, O. V. (2016). Pidvyshchennia tekhniko-ekonomichnykh pokaznykiv mashyn dlia zbyrannia kartopli [Improving the technical and economic performance of potato harvesting machines] Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky. Vol. 1. No 1, 39-49 (in Ukrainian).
4. Hrushetskyi, S. M. (2016). Analiz suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia i zbyrannia kartopli [Analysis of modern technologies of growing and harvesting potatoes] Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo ahrarno-tekhnichnoho universytetu. Tekhnichni nauky. 24 (2), 55-64 (in Ukrainian).
5. Kobets, A. S., Derkach, O. D., Rolduhin, M. I., Yatsuk, V. M., Kukharenko, P. M., Puhach, A. M. (2014). Mekhanizatsiia vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v Ukraini [Mechanization of growing crops in Ukraine] Dnipropetrovskyi derzhavnyi ahrarno-ekonomichnyi universytet – Dnipropetrovsk, 285 p. (in Ukrainian).
6. Semyrnenko, Yu. I., & Semyrnenko, S. L. (2022). Rozrobka tekhnolohichnoho protsesu vydalennia badyllia kartopli z tekhnolohiieiu vyrobnytstva motoblokv [Development of a technological process for removing potato tops with motor block production technology] Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia: Mekhanizatsiia ta avtomatyzatsiia vyrobnychykh protsesiv, 1(47), 36-42 (in Ukrainian) <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.1.6>
7. Synii, S. V., Hevko, R. B., Osukhovskiy, V. M. (2012). Novyi malohabarytnyi kombain dlia zbyrannia kartopli [New small-sized harvester for harvesting potatoes] Visnyk Inzhenernoi akademii Ukrainy Kyiv: Vyp. 3-4, 72-76. (Napriamok: Inzhenerni problemy ahropromyslovoho kompleksu) (in Ukrainian).
8. Vasyliuk, V.I. (2013). Perspektyvy vyrobnytstva kartopli [Prospects for potato production] Naukovyi visnyk Tavriiskoho derzhavnogo ahrotekhnolohichnoho universytetu. Vyp. 3. Tom 1, 197–207 (in Ukrainian).
9. Zaika, P.M. (2017). Teoriia silskohospodarskykh mashyn. [Theory of agricultural machines] (1, chastyna 2), Mashyny dlia sivby ta sadinnia. Kharkiv: Oko. 145 p. (in Ukrainian).

**Semirnenko S. L., PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine**

**Semirnenko Yu. I., PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine**

#### **Improvement of the technological process of potato harvesting in the conditions of agricultural enterprises of small forms of management**

*The harvesting of potatoes poses a substantial challenge for agricultural enterprises, particularly those of smaller scale, as it accounts for a significant portion of labour costs, constituting approximately 60% in such settings. This process also entails considerable energy expenditures.*

*Mechanized harvesting, while efficient, contributes to a noteworthy percentage of damage to potato tubers. Studies reveal that approximately 20% of the gross tuber collection is subjected to injury during mechanized harvesting, subsequently leading to losses in storage.*

*Another source of losses during mechanized harvesting stems from tubers that remain unexcavated and fail to surface. Depending on various factors, the percentage of tuber losses can fluctuate between 5% and 16%.*

*Based on statistics spanning the last three years, it is evident that small-scale agricultural enterprises typically cultivate potato crops within a range of one to ten hectares. Consequently, the application of combine technology for potato harvesting within these enterprises is deemed impractical, both from a technical and economic standpoint. The unsuitability of combine technology stems not only due to the absence of tractors equipped with the required traction class for integrating with potato harvesters, but also because many of these farms commonly rely on tillers of various capacities instead of tractors. Consequently, it is customary for such agricultural enterprises to employ potato diggers as the preferred method for harvesting potato tubers.*

*This article scrutinizes the technical aspects of potato tuber harvesting in small-scale agricultural enterprises, focusing on their distribution within the technological process. Theoretical investigations have been conducted to determine the optimal diameter of disk knives. Additionally, studies explored the impact of the disk knives' axis location relative to the toe of the ploughshare on the qualitative aspects of the potato digger's performance. The research identified the rational departure of the disk knives' axis in relation to the ploughshare toe. Furthermore, the depth of travel of the disk knives was examined to ascertain its influence on the unit's quality indicators, resulting in the determination of the optimal depth. The article concludes by quantifying the reduction in potato tuber losses achieved through the utilization of a potato digger equipped with the proposed disk knives and their specified parameters.*

**Key words:** potatoes, technology, harvesting, research, digging, disc knives, potato digger, losses.