

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ БАДИЛЛЯ КАРТОПЛІ ПРИ МОТОБЛОЧНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА

Семірненко Юрій Іванович

кандидат технічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-4230-4614
yurii.semirnenko@snau.edu.ua

Семірненко Світлана Леонідівна

кандидат технічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-9304-3637
svitlana.semirnenko@snau.edu.ua

Основними виробниками картоплі в Україні є господарства населення. Ними виробляється 98 % даної продукції.

Однією з важливих операцій в технології вирощування картоплі є видалення бадилля. Враховуючи те, що значна частина господарств населення використовує мотоблочну технологію виробництва картоплі, при її використанні недостатньо ефективно виконується операція попереднього видалення бадилля картоплі, що значно впливає на якість та продуктивність збиральної техніки, пошкодження бульб та врожайність даної культури.

В роботі наведений аналіз способів та робочих органів машин для видалення бадилля картоплі перед її механізованим збиранням.

Аналіз проведених досліджень енергетичних засобів, які використовуються при виробництві картоплі показав, що у більшості господарств населення, які вирощують картоплю на площі до одного гектара використовуються енергетичні засоби колісної формули 2К2, тобто застосовується мотоблочна технологія вирощування та збирання даної культури.

Проведений аналіз досліджень по застосуванню способів видалення бадилля картоплі при мотоблочній технології показав, що в теперішній час переважають два способи: бадиллеподрібнювачі дробильного типу – ланцюгові з вертикальним валом та роторні робочі органи (роторні косарки). Проведені дослідження показали, що кожна із зазначених технологій не забезпечує належної якості видалення бадилля картоплі.

За результатами виконаного аналізу робочих органів та машин для видалення бадилля картоплі було проведено удосконалення мотоблочної фрези для даної операції. Дані дослідження вказали на можливість видалення бадилля модернізованою мотоблочною фрезою за рахунок заміни ножів.

На основі розрахунків була побудована залежність висоти черешків скошеного бадилля від поступальної швидкості руху машини при сталій кутівій швидкості ножів, що дає можливість вибрати оптимальну швидкість руху бадиллевидаляючої машини.

На основі проведеного аналізу ножів, результатів теоретичних і лабораторних досліджень нами були розроблені та виготовлені експериментальні ножі змінної довжини, які були встановлені на мотоблочну фрезу замість ґрунтофрезерних ножів для видалення бадилля.

Проведені дослідження роботи по визначенню відсотку не зрізаних стебел картоплі на вершинах гребнів та на бокових сторонах, а також дослідження по встановленню значення висоти черешків зрізаного бадилля на вершинах гребнів та на бокових сторонах гребнів.

Дослідження вказали на високу якість та ефективність видалення бадилля запропонованою машиною, а також її універсальність.

Ключові слова: бадилля, картопля, робочі органи, бульби, стебла, гребні, зрізання.

DOI <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.1.6>

Вступ. Україна є одним із світових лідерів виробництва картоплі. У нашій країні концентрується приблизно 6 % світового (15 % європейського) урожаю картоплі, що забезпечує четверте місце у світі по виробництву даної продукції (Gadzhiev et al., 2019). Основними виробниками картоплі є господарства населення. Виробництво картоплі за останні роки розподіляється в Україні наступним чином: сільгосп підприємства виробили майже 367 тис. т (1 %), а господарства населення – 20,35 млн т (98 %) (Vicoev et al., 2019).

Однією з важливих операцій в технології вирощування картоплі є видалення бадилля. Враховуючи те,

що значна частина господарств населення використовує мотоблочну технологію виробництва картоплі, при її використанні недостатньо ефективно виконується операція попереднього видалення бадилля картоплі, що значно впливає на якість та продуктивність роботи мотоблочних картоплекопалок, пошкодження бульб та врожайність даної культури (Ulanov et al., 2016), та собівартість продукції (Kornus, 2019).

Рішення даної проблеми висвітлювалось в ряді робіт, таких вчених як (Gasparjan et al., 2019; Nevkoet al., 2016; Ivashova et al., 2020b) та ряду інших вітчизняних та зарубіжних авторів. У більшості випадків було дослі-

джено технології (Mialkovskiy, 2018) та засоби механізації виробництва картоплі сільгоспвиробниками на великих площах (Ivashova et al., 2020a; Liashenko, 2018; Mialkovskiy, 2017a) для тракторних технологій (Abramov et al., 2017). Але проведений аналіз літературних джерел показав, що не розглянуті питання вибору ефективного способу видалення бадилля картоплі на малих площах з урахуванням специфіки даних площ, технічних засобів для вирощування даної культури та інших факторів (Butenko et al., 2018).

Матеріали і методи досліджень. В дослідженнях використовувалась ґрунтофреза із шириною захвату 1,4 м в агрегаті із енергозасобом колісної формули 2К2 (мотоблок), яку було модернізовано для видалення бадилля картоплі перед збиранням сорту Слов'янка, що висаджувався із шириною міжрядь 70 см.

Загальна методика досліджень передбачала розробку теоретичних передумов з пошуку способів удосконалення технологічного процесу видалення бадилля картоплі при мотоблочній технології виробництва та обґрунтування вибору раціональних робочих органів для роботи в конкретних умовах, їх експериментальну перевірку в лабораторно-польових умовах, а також ефективність роботи.

Експериментальні дослідження виконувались на основі загальноприйнятих методик із застосуванням виміральної апаратури, а також з використанням теорії планування багатofакторного експерименту.

Для обробки експериментальних результатів досліджень застосовані основні методи математичної статистики. Експериментальні дані опрацьовували за допомогою прикладних програмних пакетів Microsoft Excel, Компас 3D, STATISTICA 6.

Результати досліджень. В даний час для видалення бадилля картоплі перед її механізованим збиранням існує велика кількість машин з різними робочими органами. За принципом дії ці робочі органи поділяються на пасивні й активні. До активних робочих органів відносяться дискові, шнекові, щіткові, стрічкові, барабанні, лопатеві, роторні. До пасивних – плосконожові, дугоподібні.

Проведений аналіз енергетичних засобів, які використовуються при виробництві картоплі в умовах господарств населення Сумської області, показав що у більшості господарств населення, які займаються виробництвом картоплі на площі до 1 га використовується мотоблочна технологія вирощування та збирання даної культури. По проведених дослідженнях 32 господарств було виявлено, що мотоблочну технологію застосовують у 78 % господарств (рис. 1).

Результати досліджень були проведені в 2020–2021 роках у чотирьох районах області, а саме в Охтирському, Сумському, Роменському та Конотопському.

Переважне використання даної технології пов'язано перш за все з наступними чинниками: низькою вартістю, простотою експлуатації та ремонту, підвищеною маневреністю та ін. (Shkarivskiy & Shkarivskiy, 2016).

При мотоблочній технології виробництва картоплі було встановлено, що в якості енергетичного засобу

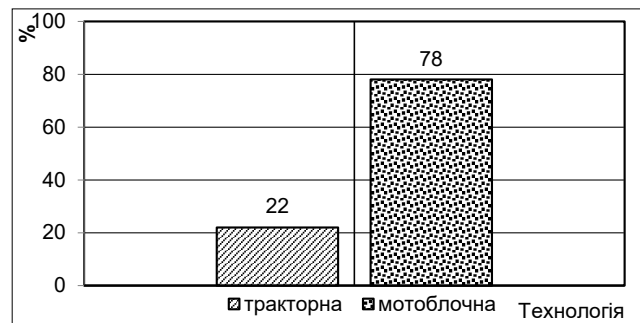


Рис. 1. Застосування технологій при виробництві картоплі в господарствах населення

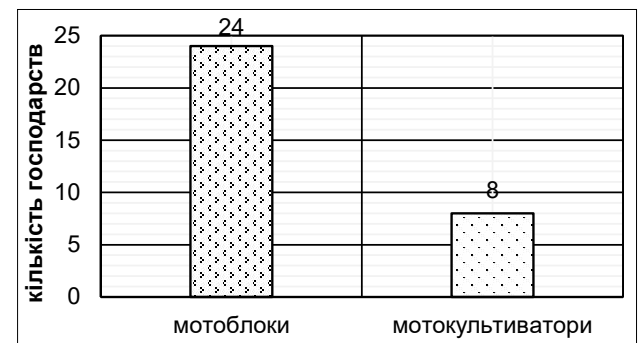


Рис. 2. Використання мотоблоків та мотокультиваторів у господарствах

використовувались і мотоблоки, як більш функціональні енергетичні засоби, і мотокультиватори.

Співвідношення застосування у вказаних господарствах при виробництві картоплі одних до інших, наближено становить 4:1 (рис. 2).

Як видно з рис. 2, із 32 господарств тільки у 8 використовуються мотокультиватори для виробництва картоплі.

Враховуючи переважання використання мотоблоків у технології вирощування та збирання для вказаних господарств, нами були проведені дослідження, направлені на удосконалення технологічного процесу видалення бадилля картоплі при застосуванні мотоблоків.

Проведений аналіз застосування способів видалення бадилля картоплі у даних господарствах показав, що в теперішній час переважають два способи: бадиллеподрібнювачі дробильного типу ланцюгові з вертикальним валом (рис. 3 а) та роторні робочі органи (роторних косарок) (рис. 3 б).

Як показали дослідження, використання бадиллеподрібнювачів дробильного типу з вертикальним валом має суттєвий недолік – досить низький відсоток видалення бадилля до 60 %. Застосування роторних косарок для видалення бадилля має ще більше недоліків: ускладнює проблему видалення бадилля картоплі через неможливість копіювання профілю гребня, що значно впливає на якість та рівномірність зрізу бадилля та на пошкодження бульб. Слід також зазначити, що використання даних машин для видалення бадилля призводить до значної кількості відмов їх деталей та вузлів (Abramov et al., 2017).



а)



б)

Рис. 3. Машины для видалення бадилля картоплі

Теоретичні передумови до процесу подрібнення бадилля картоплі, агровимоги, що пред'являються до подрібнення, фізико-механічні властивості картопляного бадилля і ґрунту виявили ряд вимог, яким повинна відповідати машина для подрібнення бадилля:

- конструктивне виконання робочих органів повинно відповідати геометричній формі зовнішнього контуру гребня рядка картоплі;
- ріжучий робочий орган повинен знаходитися на відстані, що дорівнює трикратній величині стандартного відхилення висоти гребня від поверхні ґрунту (Mialkovskiy, 2017b).

Аналіз науково-технічної і патентної літератури дозволив запропонувати робочу гіпотезу про те, що підвищення повноти видалення бадилля і продуктивності подрібнювача бадилля може бути досягнуто робочими органами, які виконані за формою зовнішнього контуру гребня (Abramov et al., 2017).

Для проведення подальших досліджень по підвищенню якості видалення бадилля нами була вибрана активна ґрунтофреза мотоблочна з шириною захвату 1,4 м, кількість ножів – 24 (рис. 4).

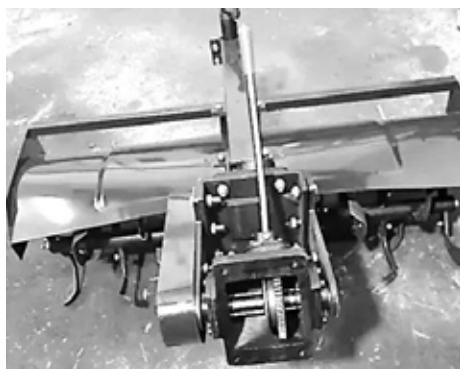


Рис. 4. Активна ґрунтофреза до мотоблоку

Ротор ґрунтофрези являє собою трубчастий вал, на поверхні якого в чотири ряди (через 90°) закріплені 24 фрезерувальних ножів лопаткового типу. Кронштейни ножів на втулках закріплені болтами. Частота обертання ротора до 1500 хв⁻¹ (Smolinskyi, 2018).

Як відмічалось вище, основним недоліком вказаних способів видалення бадилля є нерівномірність зрізу по профілю гребня рядка картоплі. Для вирішення вказаної проблеми нами пропонується установка на ротор фрези, замість фрезерних ножів для обробки ґрунту, ножів різної довжини (по профілю гребня рядка картоплі) для зрізання бадилля.

Криву, яка описує зовнішній контур гребня (рис. 5), теоретично можна представити у вигляді трапеції з середньостатистичними параметрами:

- по висоті гребня – $H_{ep} \pm 3\sigma_H$;
- по ширині міжрядь – $B \pm 3\sigma_B$;
- по ширині вершини гребня – $b \pm 3\sigma_b$.

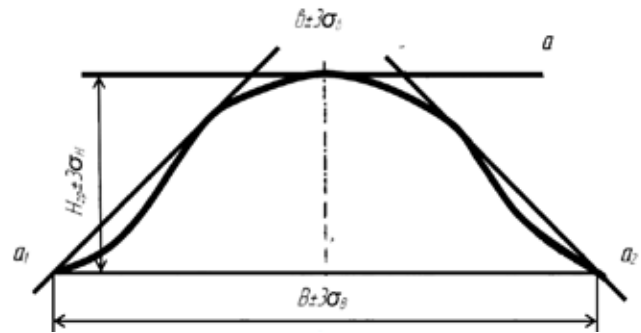


Рис. 5. Визначення параметрів гребня

За результатами експериментальних досліджень верхня основа гребня b визначається побудовою похилих дотичних a_1 і a_2 , які виходять з меж міжряддя з перетином горизонтальної дотичної a по вершині гребня. Розміри гребня дозволяють визначити конструктивно-геометричну схему робочого органу подрібнювача бадилля та його параметри.

Як було відзначено, нами пропонується модернізація різального апарату шляхом заміни штатних ножів для фрезерування ґрунту на ножі різної довжини у залежності від профілю гребня (рис. 6), що забезпечить повноту зрізу бадилля по всьому периметру гребня.

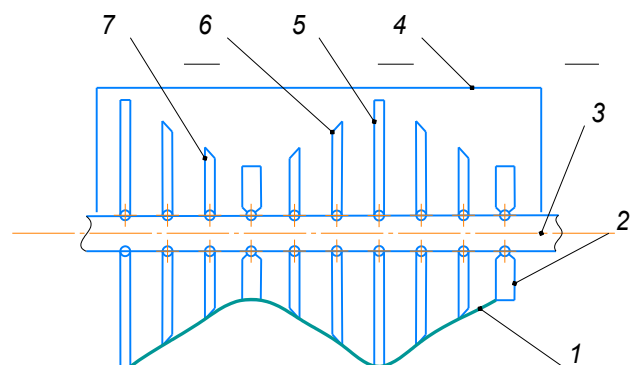


Рис. 6. Фрагмент схеми ножів ротора удосконаленої фрези: 1 – профіль гребня; 2 – ніж КПП-1,5; 3 – вал ротора фрези; 4 – захисний кожух; 5 – прямий ніж; 6 – ніж із правим скомом; 7 – ніж із лівим скомом

Для визначення довжин ножів за основу візьмемо ніж від косарки (1) КПП-1,5, будуватиметься в масштабі профіль

гребня і по ньому визначалися довжини всіх інших ножів (рис.6). Для рівномірного зрізу стебел у залежності від сторони гребня на якому виконується зрізання бадилля ножі виготовлялися із лівим (6) та правим (7) скосами. Дані ножі мали таку ж форму, як і ножі косарки КПР-1,5, П-подібні ножі.

Ножі, що призначені для скошування бадилля картоплі і рослинних залишків у міжряддях та на бокових сторонах гребнів мають плоску П-подібну форму, в процесі роботи проходять над гребнем і забезпечують рівномірне зрізання бадилля по всьому профілю гребня.

Оціночними показниками роботи машин для видалення бадилля є: висота $h_{чб}$ черешків бадилля, що залишаються; кількість незрізаних стебел; поступальна швидкість машини V_m .

Висота черешків бадилля, що залишаються, знаходиться з суми висот установки робочого органу h щодо середньої поверхні ґрунту і висоти гребінців h_e , які формуються траєкторіями руху ножів:

$$h_{чб} = h + h_e \quad (2)$$

Висота установки робочого органу приймається рівною триразовому стандартному відхиленню ($h = 3\sigma_H$) висоти гребня. Максимальну висоту черешків бадилля, які залишилися після зрізання можна визначити за формулою:

$$h_{чб} = 6\sigma_H + r - \sqrt{r^2 - \left[\frac{L}{2m} - V_m \cdot t \right]^2} \quad (3)$$

де V_m – поступальна швидкість машини, м/с; r – радіус обертання ріжучої кромки ножа, м; t – час руху, с; m – кількість ножів, що обертаються на даному радіусі (приймаємо 1), шт.; $L = V_m \cdot T$ – довжина шляху, пройденого машиною за один оберт ротора, м; $T = 2\pi/w$ – час повного оберту ротора, с.

Після перетворень отримуємо наступну максимальну висоту черешків бадилля, що залишилися:

$$h_{чб} = 6\sigma_H + r - \sqrt{r^2 - \frac{V_m^2 \cdot \pi^2 \cdot r^2}{m^2 (V_m + V_H)^2}} \quad (4)$$

де V_H – колова швидкість ножа, м/с.

Відповідно до досліджень Резникова Н.Є., критична швидкість зрізу, для тонкостебельних культур становить 8–16 м/с, для товстостебельних – 20–45 м/с.

За математичною залежністю (4) була побудована залежність висоти $h_{чб}$ черешків бадилля від поступальної швидкості руху машини V_m при сталій кутовій швидкості ножів – 1500 хв⁻¹ (рис. 7).

Наближено дану залежність можна виразити наступним рівнянням:

$$y = 0,4x^2 + 0,4x + 7,3 \quad (5)$$

Враховуючи той факт, що в наведених господарствах збирання картоплі проходить картоплекопалками, які агрегуються із мотоблоками, ця швидкість не може перевищувати 1,2 м/с (4,3 км/год) із-за фізичних можливостей оператора мотоблока.



Рис. 7. Залежність висоти черешків бадилля від поступальної швидкості руху машини при кутовій швидкості ножів – 1500 хв-1

Випробування фрези для видалення бадилля картоплі проводилися в одному з господарств Сумського району. Під час випробувань бадилля картоплі видалялось на полі площею 0,28 га.

Для ножів косарки-подрібнювача КПР-1,5 при діаметрі по кінцях ножів 510 мм, колова швидкість ножів становить 50 м/с. Такою ж приймаємо мінімальну швидкість різання для проектного варіанту машини. Для подовжених ножів ця швидкість буде більшою. Оскільки бадилля картоплі є товстостебельним, відповідно критична швидкість зрізу буде становити 20–45 м/с, тобто умова різання буде виконуватись для всіх ножів.

Були проведені дослідження по визначенню кількості незрізаних стебел на погонному метрі рядка, висоти черешків зрізаного бадилля та рівномірності зрізу.

На вказаній площі вирощувалась картопля сорту «Слов'янка» другої репродукції. Після збирання врожаю бульб картоплі була встановлена врожайність картоплі – 202 ц/га.

Досліди проводились трикратно для кожного проходу машини по довжині гону. Для більшої достовірності кількість проходів агрегату становила 3. Довжина гонів становила 67 м. Таким чином, при кожному досліді було проведено 9 замірів. Після проходу агрегату рамка накладалася на початку гону і в кінці гону на відстані 5 м від краю та по середині гону. Проходи виконувалися на крайніх рядках (починаючи з 3) з одного та іншого краю поля та по середині поля. Дата проведення – 14–15 серпня.

Досліди проводилися шляхом накладання дерев'яної рамки квадратної форми, яка була виготовлена із брусу перерізом 50 x 50 мм. Зовнішня ширина рамки становила 1,5 м. Внутрішні розміри рамки становили 1,4 x 1,4 м (ширина міжрядь 700 мм). Таким чином, площа рамки становила 2 м². Середня кількість стебел в рамці складала 67 штук.

При проведенні досліджень, першим визначалася кількість незрізаних стебел. Не зрізані стебла рахувалися окремо на бокових сторонах та на верхній основі гребня. Нумерація гонів проводилася зліва на право із позначенням римськими цифрами I, II, III відповідно. Нумерація накладань рамок по довжині гону проводилася із початку гону (1), в середині (2) та в кінці гону (3).

Результати середніх значень виконаних замірів по визначенню кількості незрізаних стебел наведені (табл. 1.)

Таблиця 1

Результати досліджень по визначенню кількості незрізаних стебел

№ рамки	№ проходу					
	1		11		111	
	Кількість незрізаних стебел, %					
	вершина	бокові	вершина	бокові	вершина	бокові
1	3,0	19,5	1,5	9,0	1,5	10,5
2	3,0	12,0	1,5	15,0	-	16,5
3	4,0	13,5	3,0	12,0	1,5	13,5
Середнє	2,0	15,0	2,0	12,0	1,0	13,5

Проаналізувавши результати досліджень можна зробити висновок, що на вершинах гребнів бадилля скошується майже повністю (в середньому не скошується 1,7 % бадилля). Дані результати приведені графічно (рис. 8).

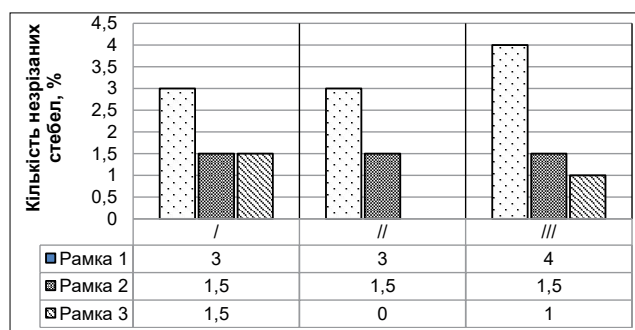


Рис. 8. Відсоток незрізаних стебел на вершині гребня

На відміну від вершин, на бокових сторонах гребнів залишається набагато більше незрізаного бадилля, в середньому 13,5 %. Результати досліджень приведені (рис. 9).

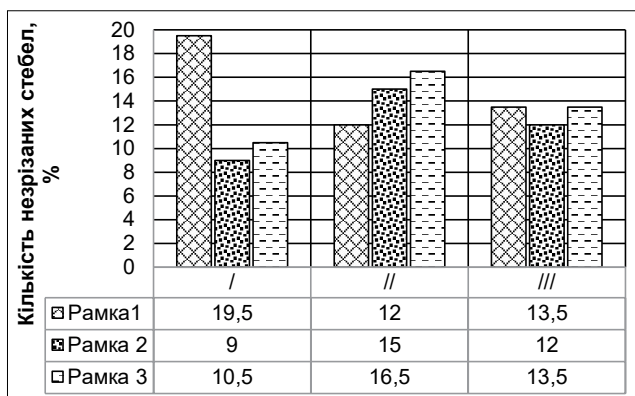


Рис. 9. Відсоток незрізаних стебел на бокових сторонах гребня

Наступні дослідження були направлені на визначення висоти черешків зрізаного бадилля, що є важливою умовою для якісної роботи картоплезбиральної техніки.

Проведення даних досліджень по визначенню висоту черешків зрізаного бадилля проводилось одночасно

з проведенням попередніх замірів по визначенню кількості не зрізаних стебел. Вимірювали висоту за допомогою лінійки ЛІ-300.

Результати даних досліджень наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати досліджень по визначенню середньої висоти черешків бадилля

№ рамки	№ проходу					
	1		11		111	
	Середня висота черешків бадилля, мм					
	вершина	бокові	вершина	бокові	вершина	бокові
1	50,0	101,0	45,5	100,5	100,5	99,5
2	66,5	99,5	100,5	97,5	80,0	98,0
3	81,5	107,5	90,5	108,0	68,5	105,5
Середнє	66,0	102,7	78,8	102,0	83,0	101,0

Провівши аналіз таблиці 2 можна зробити висновок, що при скошуванні бадилля запропонованим агрегатом із ножами різної довжини забезпечується відмінне дотримання висоти черешків на вершинах гребнів рядків картоплі та задовільну висоту черешків на бокових сторонах гребнів. При оптимальному значенні висоти черешків 80–100 мм, середнє значення висоти на вершині становить 75,9 мм (рис. 10).

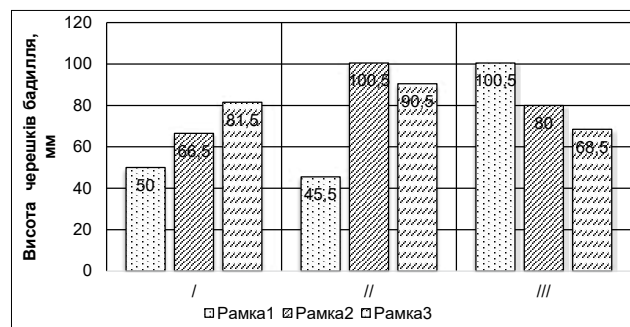


Рис. 10. Висота черешків на вершинах гребнів

Середня висота черешків на бокових сторонах гребнів становить 101,9 мм. Тобто, відхилення від оптимального значення висоти черешків на бокових сторонах гребнів становить близько 2 % (рис. 11).

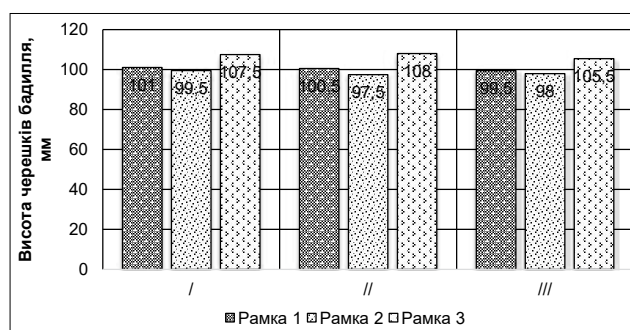


Рис. 11. Висота черешків на боках гребнів

Слід відмітити, що на висоту черешків стебел картоплі впливає, крім швидкості руху агрегату, рельєф поля, кваліфікація оператора, наявність грудок та інших перешкод на шляху опорно-привідних коліс мотоблока та інші фактори.

Обговорення. Проведений аналіз наукових публікацій вказує на широке застосування енергетичних засобів із колісною формулою 2K2, при виробництві картоплі на малих площах та частково на важкодоступних ділянках. Для видалення бадилля картоплі використовуються, здебільшого, мотоблочні косарки, які не забезпечують належної якості роботи при виконанні даної операції. На основі проведених досліджень по використанню сучасної техніки та технологій при промисловому виробництві картоплі із застосуванням тракторної технології, з урахуванням можливостей малих сільськогосподарських виробників даної продукції та особливостей енергозасобів колісної формули 2K2 була розроблена та випробувана машина для видалення бадилля картоплі на основі мотоблочної ґрунтофрези.

Таким чином, використання даної модернізованої машини зі змінним діаметром різання і шарнірними ріжучими елементами дозволяє поліпшити продуктивність і якість зрізу бадилля в міжряддях картопляних грядок і значно підвищити ефективність збирання картоплі. Крім того, дана машина є універсальною і може трансформуватися як із ґрунтофрези в машину для видалення бадилля картоплі, так і навпаки. Це зменшує парк

навісного обладнання для мотоблоків, а отже й затрати коштів на його придбання та зберігання, що особливо важливо для дрібних фермерських господарств та домогосподарств.

Висновки. На основі проведеного аналізу робочих органів та машин для видалення бадилля картоплі було визначено раціональний тип робочих органів, проведено удосконалення мотоблочної фрези для даної операції. Проведені дослідження показали ефективність видалення бадилля модернізованою мотоблочною фрезою за рахунок заміни ножів.

За математичною залежністю було отримано залежність висоти $h_{\text{чб}}$ черешків бадилля від поступальної швидкості руху машини V_T при сталій кутівій швидкості ножів – 1500 хв^{-1} , що дає можливість вибрати оптимальну швидкість руху бадиллевидаляючої машини (до $4,3 \text{ км/год}$).

На основі проведеного аналізу ножів, результатів теоретичних і лабораторних досліджень нами були розроблені та виготовлені експериментальні ножі змінної довжини, які були встановлені на мотоблочну фрезу.

В результаті проведених досліджень роботи удосконаленої мотоблочної фрези було виявлено що: відсоток незрізаних стебел на вершині гребня становить $1,7 \%$, на бокових сторонах – $13,5 \%$, перевищення значення висоти черешків зрізаного бадилля картоплі від оптимального значення на бокових поверхнях гребня становить 2% .

Бібліографічні посилання:

1. Abramov, Ju. N., Uglanov, M. B., Bachurin, A. N., Byshov, D. N. Issledovanie modernizirovannogo botvodrobitelja BD-4m s sharnirnymi nozhami [Study of the modernized BD-4m defoliator with articulated knives]. *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gos. agrarnogo univer.* (Nauchn. zhurn. KUbgAU) [Elektronnyj resurs]. Krasnodar : KubGAU, 2017. № 04(128). S. 200–213. (in Russian).
2. Bicoev, B. A., Levshin, A. G., Shhigolev, S. V., Gasparjan, I. N. Opredelenie parametrov rezhimov raboty rezhushhego apparata ustrojstva dlja dekapitacii kartofelja. [Determination of the parameters of the operating modes of the cutting apparatus of the device for decapitation of potatoes] *Vestnik FGOU VPO «MGAU imeni V.P. Gorjachkina»*. 2019. № 2 (90). S. 24–29. (in Russian). <https://doi.org/10.34677/1728-7936-2019-2-24-29>.
3. Butenko, Ye. Yu., Kharchenko, V. V., Mashchenko, O. A. Suchasnyi stan rozvytku kartopliarstva v Sumskii oblasti. [The current state of development of potato growing in Sumy region]. Zbirnyk statei uchasnykiv dvadtsiat chetvertoi vseukrainskoi praktychno-piznavalnoi internet-konferentsii «*Naukova dumka suchasnosti i maibutnoho*», (24–30 lystopada 2018 r.). Vydavnytstvo NM. Dnipro, 2018. 78 s. (in Ukrainian).
4. Gadzhiev, P. I., Mahmutov, M. M., Alekseev, A. I., Mahmutov M. M. Raschet shaga pochvoobrabatyvajushhej frezy s zubceobraznoj formoj [Calculation of the step of a tiller with a tooth-like shape]. *Sel'skohozyajstvennyye mashiny i tehnologii*. M., 2019. No 5. S. 21–25. (in Russian).
5. Gasparjan, I.N., Levshin A. G., Ivashova O. N., Butuzov A. E., Dykanova M. E. Organicheskaja tehnologija vzdelyvanija jekologicheski chistogo kartofelja rannego [Organic technology of cultivation of environmentally friendly early potatoes]. *Vestnik FGOU VPO «MGAU imeni V.P. Gorjachkina»*. 2019. №6(94). S. 14–18. (in Russian). DOI: 10.34677/1728-7936-2019-6-14-18.
6. Hevko, R. B., Synii, S. V., Hundzyk, O. V. Pidvyshchennia tekhniko-ekonomichnykh pokaznykiv mashyn dlja zbyrannia kartopli [Improvement of technical and economic indicators of machines for potato harvesting]. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky*. 2016. Tom 1. № 1. S. 39–49. ISSN 2415-8453. (in Ukrainian).
7. Ivashova, O., Gasparyan, I., Levshin, A., Dykanova, M. Justification of possibility of cultivating in Moscow region two-crop culture of early potatoes. *Engineering for Rural Development*. 2020. № 19. C. 399–405. DOI: 10.22616/ERDev2020.19.TF093)
8. Ivashova, O., Sychev, V., Dykanova M., Levshin, A., Gasparyan, I. Two-yielding potato culture in Moscow region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Earth and Environmental Science. 2020. 422(1). 012067 (DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012067).
9. Kornus, A. O. Silske hospodarstvo Sumskoi oblasti (ekonomiko-geohrafichne doslidzhennia): monohrafiia. [Agriculture of Sumy region (economic and geographical research) : monograph] Sumskyi derzhavnyi pedahohichniy universytet imeni A. S. Makarenka. Sumy : SumDPU imeni A. S. Makarenka, 2019. 100 s. (in Ukrainian).

10. Liashenko, S. V. (2018). Udoskonalennia mekhanizovanoi tekhnologii vyroshchuvannia kartopli na prysadybnykh diliankakh. [Improving mechanized potato growing technology on homestead plots]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (2), 162–165. (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk.2018.02.27>.
11. Mialkovskiy, R. O. Biometrychni pokaznyky roslin kartopli zalezhno vid sortu, strokiv sadinnia i hlybiny zahortannia bulb v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [Biometric indicators of potato plants depending on the variety, planting dates and planting depth of tubers in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk Instytut ovochivnytstva i bashtannytstva*. Kharkiv, 2017. Vyp. 63. S. 250–256. (in Ukrainian).
12. Mialkovskiy, R. O. Pokaznyky struktury vrozhaiv kartopli zalezhno vid elementiv tekhnologii vyroshchuvannia. [Indicators of the potato yield structure depending on the elements of growing technology]. *Materialy V Vseukrainskoi zaochnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Natsionalnyi naukovyi prostir: perspektyvy, innovatsii, tekhnologii»*. Kharkiv, 2018. S. 75–80. (in Ukrainian).
13. Mialkovskiy, R. O. Vplyv sortu, strokiv, hlybiny zahortannia nasinnievkykh bulb za hrebenevoho sposobu na druzhnist skhodiv roslin kartopli. [Injecting a variety, strings, depths of the throat of the nasinevih bulbs for the comb method for friendliness of the descent of potato roslin]. *Zbirnyk naukovykh prats BNAU. Seriya «Ahrobiolohiia»*. Bila Tserkva, 2017. Vyp. 2 (135). S. 117–124. (in Ukrainian).
14. Smolinskyi, S. V. Analiz osnovnykh pokaznykiv tekhnichnoi kharakterystyky suchasnykh kartoplezbyralnykh mashyn. [Analysis of the main indicators of the technical characteristics of modern potato harvesters.]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya : Tekhnika ta enerhetyka APK : zb. nauk. prats*. Kyiv : NUBiP, 2018. № 282(2018). S. 200–207.
15. Shkarivskiy, R. H., Shkarivskiy, H. V. Do pytannia vyvchennia dotsilnosti vykorystannia malohabarytnykh MEZ z kolisnoi formuloi 2K2 [On the question of studying the feasibility of using small MEZ with wheel formula 2K2]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Tekhnika ta enerhetyka APK*. 2016. Vyp. 241. S. 301–308. (in Ukrainian).
16. Ulanov, A. S., Shljapnikov, M. G., Gusev A. Ju. Sposoby povysheniya jeffektivnosti funkcionirovaniya motobloka s tjagovymi rabochimi organami. [Ways to improve the efficiency of the walk-behind tractor with traction working bodies]. *Jenergojeffektivnye i resursozberegajushhie tehnologii i sistemy*. Mezhhuzov. sb. nauch. tr.: Saransk : Izd-vo Mordov. un-ta, 2016. S. 325–329. (in Russian).

Semirnenko Y. I., PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

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

Improvement of the technological process of removal of potato tops with motor block production technology

The main producers of potatoes in Ukraine are households. They produce 98 % of these products. One of the important operations in the technology of growing potatoes is the removal of the tops. Given the fact that a significant part of households use motoblock technology of potato production, its use is not effective enough to pre-remove the potato tops, which significantly affects the quality and productivity of harvesting equipment, damage to tubers and crop yields. The paper presents an analysis of methods and working bodies of machines for removing potato tops before its mechanized harvesting. Analysis of research on energy resources used in potato production showed that most households that grow potatoes on an area of up to one-hectare use energy resources wheel formula 2K2, ie uses motoblock technology for growing and harvesting this crop. The analysis of research on the use of methods of removing potato tops with motoblock technology showed that currently two methods prevail: crushers of the crushing type – chain with a vertical shaft and rotary working bodies (rotary mowers). Studies have shown that each of these technologies does not provide the proper quality of potato tops. According to the results of the analysis of working bodies and machines for removing potato tops, the improvement of the motoblock cutter for this operation was carried out. These studies indicated the possibility of removing the tops with an upgraded motoblock cutter by replacing the knives. Based on the calculations, the dependence of the height of the petioles of the beveled tops on the translational speed of the machine at a constant angular velocity of the knives was constructed, which allows to choose the optimal speed of the tops. Based on the analysis of knives, the results of theoretical and laboratory studies, we have developed and manufactured experimental knives of variable length, which were installed on a motoblock cutter instead of milling knives to remove the tops. Studies have been conducted to determine the percentage of uncut potato stalks on the tops of ridges and on the sides, as well as research to determine the value of the height of the cuttings of cut tops on the tops of ridges and on the sides of ridges. Studies have shown the high quality and efficiency of removal of the tops of the proposed machine, as well as its versatility.

Key words: tops, potatoes, working bodies, tubers, stems, ridges, cutting.