

Семірненко Юрій Іванович

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри проектування технічних систем
Сумський національний аграрний університет, Україна

Семірненко Світлана Леонідівна

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри проектування технічних систем
Сумський національний аграрний університет, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬЧЕРА В ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ ОБРІЗКИ НИЗЬКОРОСЛИХ САДІВ

***Анотація.** Для механізації технологічного процесу видалення з міжрядь саду плодової деревини наукою і промисловістю запропоновані різні технічні засоби, які значно скорочують ручну працю, але не повністю усувають її. Використання машин з великими габаритами, які застосовуються в садах на сильнорослих підщепах, виключається з використання в садах на слаборослих підщепах внаслідок можливого нанесення травм плодовим деревам.*

Для здешевлення робіт з утилізації зрізаних гілок їх доцільно подрібнювати і одночасно закладати в ґрунт безпосередньо в міжряддя саду, що відповідає екологічним нормам. В даний час немає закінченого рішення пристрою для одночасного подрібнення та загорання тріски в ґрунт. Виробляють лише машини для стаціонарного подрібнення зрубаних тонкомірних дерев, сучків, відходів, що визначає актуальність цієї роботи.

***Ключові слова:** сад, дерев, обрізка, утилізація, відходи, подрібнення, ґрунт, мульчер, загорання в ґрунт, подача.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Серед різних технологічних процесів у садівництві трудо- та енергоємною є технологія утилізації обрізки крони. Для механізації цих робіт наукою та промисловістю запропоновано різні технічні засоби, які значно скорочують ручну працю, але не повністю усувають її. До того ж, застосування найбільш доступного способу утилізація обрізків крони шляхом спалювання призводить до серйозних екологічних порушень [1, 2].

В даний час промисловість не випускає машин для одночасного зрізання та подрібнення обрізків плодкових дерев [2]. Виробляються лише машини для контурної обрізки дерев, і навіть стаціонарні для подрібнення зрубаних тонкомірних дерев, сучків, відходів лісозаготівель. Багатоопераційні машини для зрізу та подрібнення дерев знаходяться у стадії розробки як у нашій країні, так і за кордоном. Наявні у виробництві одноопераційні машини для утилізації обрізків крони не повною мірою вирішують проблему через високі трудові витрати, метало- та енергоємність.

Щоб спростити та здешевити технологію збирання відходів садівництва, необхідно подрібнення обрізків крони виконувати на місці росту дерев. При цьому подрібнена тріска повинна мати задані параметри.

В даний час поки що недостатньо повно обґрунтовані конструктивні та режимні параметри машини для подрібнення обрізки крони, розподіл тріски після подрібнення. Не вивчено залежності якісних показників подрібнення обрізків крони від конструктивних та режимних параметрів подрібнювача.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями утилізації деревних відходів шляхом її подрібнення займалося ряд науковців: Бауков А.А., Варламов Г.П., Подмогільний В.І., Карапетьян А.Г., Гумбатов В.И., Шумская Н.Н. Теорія подрібнення була закладені в працях академіка Горячкіна В.П., та знайшла подальший розвиток у працях таких вчених, як Мельников С.В., Альошкін В.Р., Ревенко І.І., Гарькавий та ін. Але із проведеного аналізу видно, що результати цих досліджень не розкривають повноти утилізації гілок обрізки садів, а тим більше загортання щепи в ґрунт. Це обумовлено рядом факторів: відмінністю фізико-механічних властивостей матеріалів, конструктивно-технологічними особливостями відповідних подрібнювачів, а також технологією утилізації даних відходів. Огляд відомих технологій утилізації зрізаних гілок, аналіз існуючих досліджень з подрібнення гілок плодкових дерев дозволяє зробити висновок про недостатність в інформаційних джерелах даних обґрунтування технологічної схеми обладнання для подрібнення гілок, що були укладені після обрізки у валок в міжрядді саду та загортання утвореної щепи в ґрунт міжрядь,

параметрів та режимів роботи даних агрегатів.

У зв'язку з наведеним станом досліджень виникає необхідність у проведенні досліджень процесу подрібнення гілок ущільненого саду із розробкою робочих органів відповідного пристрою, обґрунтуванні раціональних параметрів та режимів роботи мобільного подрібнювача.

Мета дослідження. Метою досліджень є підбір мульчера вітчизняного виробництва, визначення подачі на ножі барабана для подрібнення маси гілок на кожній із допустимих передач руху агрегату, визначення передач на яких забезпечується раціональне подрібнення гілок обрізки садів.

Основні результати дослідження. *Вибір та загальна характеристика машини.* Проведені попередні дослідження показали на можливість застосування у якості машини для подрібнення гілок обрізки яблуневих садів подрібнювача (мульчера) пожнивних залишків кукурудзи та соняшника.

Проведений аналіз даної техніки вказав на доцільність застосування у якості машини для подрібнення та загортання в ґрунт подрібнених гілок обрізки садів мульчера ПРР 280, який має ширину захвату 2,8 м. Під час проведення досліджень даний мульчер агрегувався із трактором МТЗ-82.1.

Попередні дослідження ширини валків, які утворюються при обрізці низькорослих яблуневих садів не перевищує 2,54 м.

Експериментальні дослідження направлені на визначення показників раціональної роботи мульчера при подрібненні гілок у міжряддях садів.

Визначення подачі маси, що подрібнюється від швидкості руху. При визначенні даної залежності обмежуючим фактором є максимальна швидкість руху агрегату. У відповідності до технічної характеристики вона становить 10 км/год. Тобто, трактор МТЗ-82.1 може працювати на передачах від 1 до 4. Швидкість на передачах наведена в табл. 1.

При середній масі погонного метра валка гілок 3,65 кг/м подача буде становити на передачах: 1-й – $0,7 \times 3,65 = 2,56$ кг/с; 2-й – $1,18 \times 3,65 = 4,31$ кг/с; 3-й – $2,01 \times 3,65 = 7,34$ кг/с; 4-й – $2,47 \times 3,65 = 9,02$ кг/с.

Залежність подачі гілок від передачі на якій рухається агрегат представлено на рис. 1.

Таблиця 1

Швидкість на передачах трактора МТЗ 82.1 [4]

| Передача | Швидкість, м/с |
|----------|----------------|
| 1 | 0,70 |
| 2 | 1,18 |
| 3 | 2,01 |
| 4 | 2,47 |

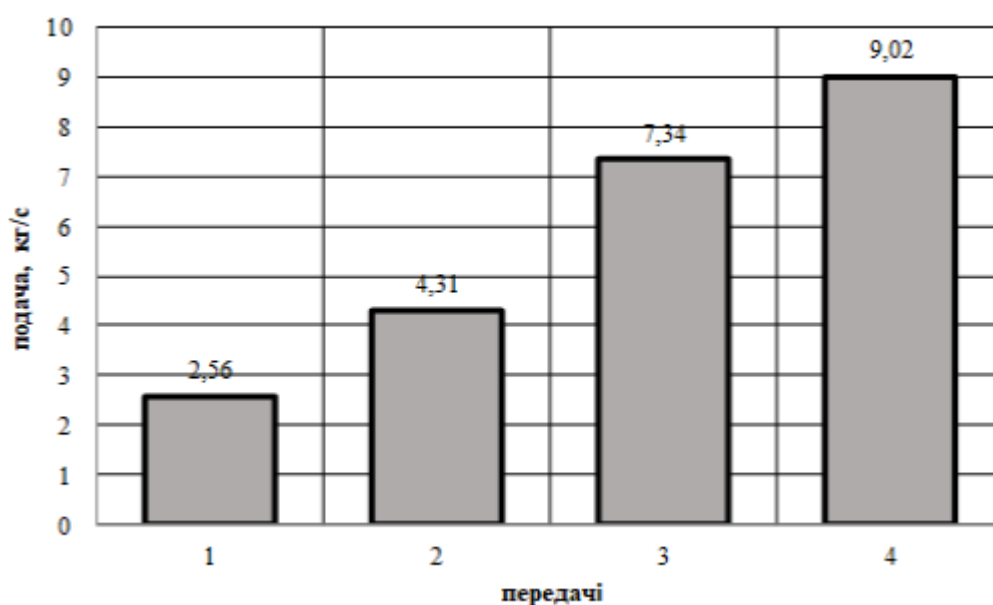


Рис. 1. Залежність подачі від передачі на якій рухається агрегат

Максимальна передача, яка забезпечує допустиму швидкість руху агрегату – четверта. Швидкість руху агрегату на даній передачі становить 8,9 км/год (2,47 м/с), подача гілок на цій передачі буде становити 9,02 кг/с.

Результати дослідження якості подрібнення гілок. Метою дослідження є визначення довжини щепи вимогам за умови роботи подрібнювача при частоті обертання робочого органу 1620 та 2430 хв⁻¹ при застосуванні шарнірно-підвішених ножів та змінної подачі гілок. Крім того, проводилося дослідження фракційного складу щепи, отриманої на раціональних режимах роботи подрібнювача.

Дослідження проводились шляхом накладання рамки 3x1 на міжряддя в трьох місцях рядка (на початку, в середині та кінці рядка) на трьох міжряддях. Кількість вимірів на кожній передачі становила дев'ять.

Результати дослідження середньої довжини подрібнених частинок наведено у таблиці 2. Результати у кожному випадку є середнім арифметичним значенням довжини щепи.

Таблиця 2

Результати дослідження середньої довжини подрібнених частинок при різних частотах обертання робочого органу та подачі

| Передача | Довжина часток, L_{cp} , мм | | | | | |
|----------|-------------------------------|------|---------|----------------|------|---------|
| | 1620 xv^{-1} | | | 2430 xv^{-1} | | |
| | макс. | мін. | середнє | макс. | мін. | середнє |
| 1 | 48 | 44 | 46 | 40 | 18 | 29 |
| 2 | 51 | 45 | 48 | 44 | 18 | 31 |
| 3 | 59 | 43 | 51 | 45 | 19 | 33 |
| 4 | 85 | 49 | 67 | 51 | 23 | 37 |

Із попередніх досліджень відомо, що обов'язковою умовою подрібнення і загортання в ґрунт гілок обрізки садів є створення умов для їх перегнивання до наступної обрізи (в нашому випадку 2 роки). Тому, для щепи товщиною до 30 мм значення вище максимально допустимої фракції після подрібнення, відповідно до рекомендацій, [3] повинно бути до 50 мм. При роботі на частоті обертання робочого органу 1620 xv^{-1} середні значення довжини частинок подрібнених гілок на першій та другій передачах задовольняють даним умовам. Але, у наявності на другій передачі є частки крупніші по довжині за 50 мм. Тому, при даній частоті обертання робочого органу доцільно використовувати рух агрегату на 1 передачі з подачею маси 2,56 кг/с.

При роботі на частоті обертання робочого органу 2430 xv^{-1} середні значення довжини частинок подрібнених гілок на всіх передачах задовольняють даним умовам. Але, у наявності на четвертій передачі є частки крупніші по довжині за 50 мм.

Тому, при даній частоті обертання робочого органу доцільно використовувати рух агрегату на передачах від 1 до 3 з подачею маси, відповідно, 2,56, 4,3, 7,34 кг/с. Тобто, умово подрібнення до фракції 50 мм при цих подачах виконується. На рис. 2 зображено графічно залежність розміру щепи від передачі, на якій рухається агрегат.

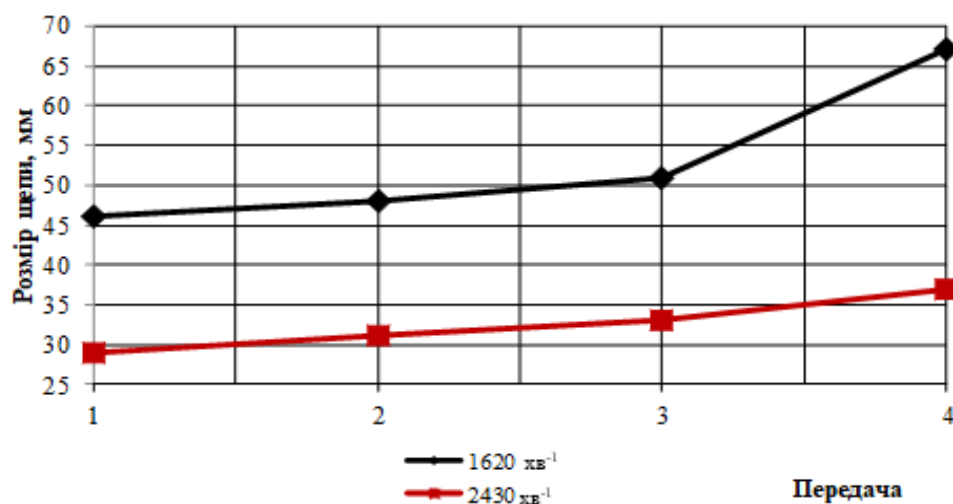


Рис. 2. Залежність середньої довжини подрібнених частинок від швидкості руху (подачі)

При частоті обертання робочого органу 2430 хв⁻¹ сила удару шарнірних ножів по гілках, що подрібнюються, призводить до їх значного відхилення в радіальному напрямку, і другий ярус лез починає працювати неефективно; як наслідок, при русі на четвертій передачі утворюється щєпа, довжина якої понад 50 мм.

В результаті проведених досліджень було також виявлено, що значний відсоток подрібнених часток мають поздовжнє розщеплення, що також сприяє швидшому перегниванню даної маси в ґрунті.

Із проведених досліджень можна зробити висновок, що агрегат може працювати на 1 передачі при частоті 1620 хв⁻¹, або на 1, 2, 3 передачах при частоті 2430 хв⁻¹. Але слід зазначити, що робота на 1 та 2 передачах при даній частоті недоцільна, оскільки пов'язані з додатковими витратами енергії на подрібнення щєпи на більш дрібну фракцію. Затрати енергії на першій передачі при частоті 1620 хв⁻¹ будуть меншими, ніж на 1 та 2 при частоті 2430 хв⁻¹, але продуктивність агрегату буде нижчою.

Результати дослідження якості загортання щєпи в ґрунт. Обов'язковою умовою швидкого перегнивання щєпи подрібнених гілок є загортання її в ґрунт. Тому, наступним етапом досліджень було вивчення повноти загортання утвореної щєпи в ґрунт агрегатом у складі трактора МТЗ-82.1 та мульчера ПРР 280. Дослідження проводились шляхом накладання

рамки 3x1 на міжряддя в трьох місцях рядка (на початку, в середині та кінці рядка) на трьох міжряддях. Кількість вимірів на кожній із передач становила дев'ять. У відповідності до отриманих даних попередніх досліджень, дослідження по загортанню щепи в ґрунт проводимо при роботі агрегату на першій передачі при частоті обертання робочого барабана 1620 хв^{-1} та на першій та другій передачах при частоті 2430 хв^{-1} .

Середні значення отриманих Результатів досліджень заносимо в табл.3.

Таблиця 3

Якість загортання щепи в ґрунт

| Передача | % загортання щепи в ґрунт | | | | | | | |
|----------|---------------------------|------|----------|------------------|------------------------|------|----------|------------------|
| | 1620 хв^{-1} | | | | 2430 хв^{-1} | | | |
| | Початок | Край | Середина | Середнє значення | Початок | Край | Середина | Середнє значення |
| 1 | 91 | 94 | 96 | 93,7 | 94 | 96 | 97 | 95,7 |
| 2 | - | - | - | - | 92 | 94 | 94 | 93,3 |
| 3 | - | - | - | - | 87 | 79 | 88 | 84,7 |

Як видно із табл. 3, під час роботи агрегату при раціональних швидкостях руху (подачах) з огляду на якість подрібнення гілок найвищий відсоток загорнутої щепи в ґрунт спостерігається при роботі на першій передачі (частота обертання барабана для подрібнення 1620 хв^{-1} , подача - $2,56 \text{ кг/с}$ та на першій та другій передачах при частоті 2430 хв^{-1} , подачі $2,56 \text{ кг/с}$ та $4,3 \text{ кг/с}$, відповідно.

Графічно дані залежності наведені на рисунку 3.

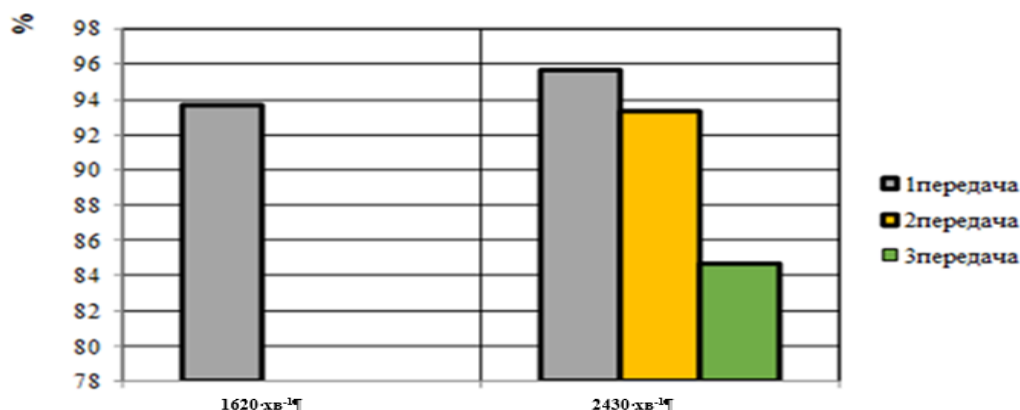


Рис. 3. Якість загортання щепи в ґрунт

Враховуючи те, що швидкість агрегату на другій передачі більша в 1,68 рази, отже продуктивність агрегату буде більшою в стільки ж разів і буде становити 2450 погонних метрів за годину. При цьому, кількість щепи, яка не загорнута в ґрунт буде більшою 2,4%. Отже, приймаємо, що агрегат буде працювати на 2 передачі при частоті обертання барабана 2430 хв^{-1} , подачі гілок на подрібнення 4,3 кг/с, швидкості 4,26 км/год.

Висновок. Для проведення досліджень було вибрано мульчер ПРР 280, визначена подача на ножі барабана для подрібнення гілок на кожній із допустимих передач руху агрегату, визначені передачі на яких забезпечується раціональне подрібнення гілок обрізки садів, визначена передача на якій буде забезпечено раціональну ступінь подрібнення гілок та загортання їх в ґрунт.

Список джерел:

1. Фришев С.Г., Сарана В.В. Аналіз технології утилізації зрізаних в саду гілок / С.Г. Фришев, В.В. Сарана // Механізація сільськогосподарського виробництва: Збірник наукових праць Національного аграрного університету, 2018. - Том XV. - С. 298–302.
2. Фришев С.Г. Класифікація подрібнювачів гілок плодкових дерев та вибір напрямку досліджень / С.Г. Фришев, В.В. Сарана // Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий: Сборник научных трудов Керченского морского технологического института, 2013. - Вып. 5. - Керчь: КМТИ. - С. 140–146.
3. Фришев С.Г., Сарана В.В. Експериментальні дослідження якісних показників подрібнення гілок плодкових дерев / С.Г. Фришев, В.В. Сарана // Науковий вісник Національного аграрного університету, 2016. - Вип. 73. - Ч. 1. - С. 209 – 212.
4. Довідник сільського інженера / В.Д. Гречкосій, О.М. Погорілець. І.І. Ревенко та ін.; За ред. В.Д. Гречкосія. - 2-е вид., перероб. і доп. - К.: Урожай, 1991, - 400 с.