

stheniac positive emotions by future specialists in agricultural mechanization.

Personal developing training, professional self-development, subjective didactic conditions, preceptive cognitive activity, pedagogical conditions of training.

УДК 631.333

ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ СИПКОГО СУБСТРАТУ У ПРИСТОВБУРНІ СМУГИ БАГАТОРІЧНИХ НАСАДЖЕНЬ

***І.В. Тимошок, кандидат технічних наук
В.О. Соколов, інженер
Інститут садівництва НААН
Р.В. Шатров, кандидат технічних наук
Національного університету біоресурсів і
природокористування України***

З метою забезпечення необхідної якості та надійності виконання технологічної операції внесення сипкого субстрату у пристовбурні смуги багаторічних насаджень обґрунтовано конструкційну і технологічну схеми машини для його внесення.

Пристовбурні смуги, утримування ґрунту, мульчувальний субстрат, машина, робочі параметри.

Постановка проблеми. Однією з передумов отримання високих урожаїв при застосуванні інтенсивних технологій виробництва плодової продукції є утримування ґрунту в належному стані і забезпечення рослин необхідними поживними речовинами. Найбільш поширеною системою утримування ґрунту є задерніння міжрядь і чорний пар у пристовбурних смугах шириною 1,0–1,6 м. Останній у перші 2 роки рекомендується підтримувати за допомогою механічних знарядь, а в подальшому вносити гербіциди 2–3 рази за сезон [1].

Однак, поряд з позитивними сторонами даної технології, в ній присутні також істотні недоліки. Незахищений поверхневий шар ґрунту швидко втрачає вологу у посушливий період. Після опадів утворюється поверхнева кірка, що перешкоджає збагаченню ґрунту повітрям і спричинює його висушування. Значно скорочується поповнення ґрунту поживними речовинами тощо. Для компенсації переліче-

© І.В. Тимошок, В.О. Соколов, Р.В. Шатров, 2015

них негативних явищ технологія передбачає встановлення системи краплинного зрошування з можливістю одночасного підживлення рослин. Це вимагає значних додаткових капітальних вкладень, експлуатаційних та амортизаційних витрат і до того ж може бути причиною засолення ґрунтів [6]. Крім того, гербіциди потрапляючи на стовбури культурних рослин, листя гілок, що звисають, та у ґрунт, можуть пригнічувати ріст і розвиток, а накопичившись у плодах, зашкодити здоров'ю споживачів [5].

Альтернативним і найбільш ефективним способом утримування ґрунту в садах та ягідниках є укриття пристовбурних смуг шаром мульчі, котра зменшує випаровування вологи, захищає корені рослин від підмерзання, покращує їх живлення, сприяє поліпшенню структури ґрунту, попереджує утворення поверхневої кірки, послаблює добові коливання температури, пригнічує проростання бур'янів, підсилює мікробіологічні процеси та ін. [2, 4, 7].

Мульчувальними матеріалами можуть бути тирса, стружка, треста льону, подрібнені гілки, трава, солома або їх суміш, використані грибний субстрат і підстилка, що накопичується у процесі утримування тварин, тощо.

Аналіз останніх досліджень. У молодому саду до залуження міжрядь тверді органічні добрива рекомендується вносити гноєрозкидачами загального призначення 1ПТУ-4, РОУ-5, РОУ-6, РОД-6 та ін. [3]. На жаль, ними не можна вносити добрива або мульчу у пристовбурні смуги локально, що істотно знижує ефективність даної технологічної операції, а після залуження міжряддя виконання її взагалі недоцільне.

Відомий розкидач мінеральних та органічних добрив іспанської фірми Industrias David S.L.U. з приставкою для внесення органіки у пристовбурні смуги садів [9]. Однак через особливості конструкційних параметрів своїх робочих органів він не може забезпечити внесення необхідної кількості органіки на всю поверхню смуги. Крім того, переважна більшість господарств не має коштів для закупівлі дорогої імпортової техніки.

З огляду на зазначене, найбільш доцільно та економічно виправдано вирішити цю проблему, розробивши та впровадивши у виробництво машину, яка б легко монтувалась на широко розповсюджені розкидачі твердих органічних добрив типу РОУ-6. Це дозволило б мінімізувати витрати, пов'язані з виконанням даної операції, та зробило б їх більш універсальними у використанні.

Мета досліджень – забезпечення необхідної якості та надійності виконання технологічної операції внесення сипкого субстрату у пристовбурні смуги багаторічних насаджень шляхом обґрунтування технологічної та конструкційної схем машини.

Дослідження проводилися із застосуванням методів абстрагування та формалізації. Було проаналізовано можливість використання одного з трьох найбільш прийнятних робочих органів: лопатевого ротора, шнека або стрічкового транспортера (рис. 1).

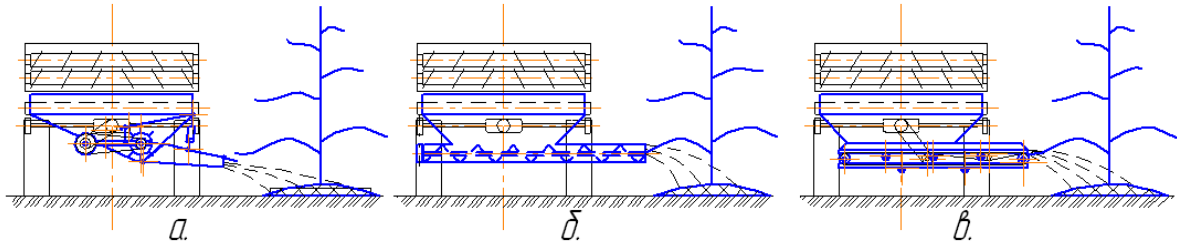


Рис. 1. Можливі робочі органи машини для внесення субстрату: а – ротор, б – шнек, в – стрічка.

Розрахунки виконувались наближено, без урахування опору повітря. Основні вихідні дані: ширина міжрядь (l) – 4 - 5, середня ширина смуги субстрату (b) – 1,5 м, норма внесення (W) – 150 - 600 м³/га, максимальна швидкість руху агрегату при максимальній нормі внесення ($V_{max.agg.}$) – 0,7 м/с.

Результати досліджень. Розглядаючи можливість використання роторного робочого органу задля спрощення схеми передачі крутного моменту будемо брати до уваги тільки варіант його розташування у вертикальній площині (рис. 1а). Визначимо, яку початкову швидкість у горизонтальному напрямку (V_0) необхідно надати умовним часткам субстрату, якщо припустити, що дальність їх польоту (S) повинна становити близько 3,0 при висоті відриву (h) 0,4 м (тут і далі параметри просторового розміщення робочого органу обирались виходячи з його можливого конструкційного виконання).

$$\begin{cases} S = V_0 t \\ h = \frac{gt^2}{2} \end{cases}, \text{ або } \begin{cases} V_0 = \frac{S}{t} \\ t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \end{cases}, \text{ або } V_0 = \frac{S}{\sqrt{\frac{2h}{g}}} = \frac{3}{\sqrt{\frac{2 \cdot 0,4}{9,81}}} = 10,5 \text{ м/с.} \quad (1)$$

Відтак, при діаметрі ротора 0,4 м частота його обертання повинна становити:

$$n = \frac{V_0}{2\pi R} = \frac{10,5}{2\pi \cdot 0,2} = 8,4 \text{ с}^{-1} = 504 \text{ хв}^{-1}, \quad (2)$$

Проаналізуємо умови потрапляння часток субстрату в робочу зону ротора. У процесі роботи відцентрова сила, що намагається викинути субстрат за межі ротора, не повинна перевищувати силу тяжіння, під дією якої частки потрапляють у його робочу зону:

$$\frac{mV^2}{R} \leq mg, \text{ або } V \leq \sqrt{Rg} = \sqrt{0,2 \times 9,81} = 1,4 \text{ м/с} \quad (3)$$

Отже, розрахована лінійна швидкість ротора, яку можна вважати приблизно рівною початковій швидкості руху умовних часток субстрату (10,5 м/с), більше ніж у 7 разів перевищує визначену гранично допустиму. Для усунення цього явища необхідно передбачити додатковий живильний пристрій, наприклад, шнековий, який би подавав субстрат на лопаті ротора вздовж осі його обертання, а це може значно ускладнити конструкцію, чого ми повинні уникати. Відтак робочий орган роторного типу в нашому випадку використовувати недоцільно.

В разі застосування шнекового органу (рис. 1,б) мінімально допустима дальність польоту часток субстрату може становити 1,0 м. Використавши формулу (1), знайдемо початкову швидкість часток у момент їх відриву від шнека, розміщеного на висоті 0,5 м над поверхнею ґрунту: $V_0 = 3,1$ м/с.

Беручи до уваги існуючі рекомендації, для забезпечення максимальної продуктивності при мінімальних обертах вала зовнішній діаметр шнека (D) і крок гвинта ($S_{\text{гв}}$) повинні становити 0,4 м [8].

Припустимо, що умовна частка субстрату рухається вздовж кожуха шнека прямолінійно, тоді швидкість його обертання (n) має бути:

$$n = \frac{V_0}{S_{\text{гв}}} = \frac{3,1}{0,4} = 7,75, \text{ с}^{-1} = 465 \text{ хв}^{-1} \quad (4)$$

Даний показник перевищує рекомендовану швидкість обертання шнека (80–200 хв⁻¹) більше ніж у 2 рази, що ставить під сумнів можливість його використання [8]. Додатково визначимо, на яку висоту ($h_{\text{ш}}$) підніметься частка субстрату, якщо при взаємодії з зовнішнім краєм шнека вона набуде такої ж початкової швидкості ($V_{\text{ш}}$), спрямованої вертикально вгору:

$$h_{\text{ш}} = \frac{V_{\text{ш}}^2}{2g} = \frac{(\pi D n)^2}{2g} = \frac{9,73^2}{2 \times 9,81} = 4,8 \text{ м} \quad (5)$$

Враховуючи те, що для завантаження субстратом шнек має бути відкритим зверху, визначена частота його обертання призведе до розкидання речовини в усі боки, а не переміщення в необхідному напрямку. Таким чином, використання шнеку як робочого органу також не може задовольнити вимоги до роботи машини.

Розглянемо можливість застосування стрічкового транспортера (рис. 1,в). У черговий раз використавши формулу (1), визначимо необхідну початкову швидкість руху умовної частки субстрату в горизонтальному напрямку для забезпечення її польоту на відстань 1,5 м при розміщенні робочої поверхні стрічки транспортера на висоті 0,5 м: $V_0 = 4,7$ м/с. Розрахована швидкість руху стрічки дещо перевищує рекомендовану максимальну межу (4,5 м/с) для зернових

транспортерів [8], однак перевищення не значне і визначений показник може бути прийнятним.

При обчисленні ширини стрічки транспортера ($b_{mp.}$) будемо виходити з того, що його продуктивність ($Q_{max.mp.}$) не повинна бути нижчою від розрахункової максимальної продуктивності агрегату ($Q_{max.аг.}$), тобто:

$$Q_{max.mp.} \geq Q_{max.аг.}, \text{ або } V_{mp.} h_{max.mp.} b_{mp.} \geq \frac{W_{max.} l_{max.} V_{max.аг.}}{10000}, \text{ звідки:} \quad (6)$$

$$b_{mp.} \geq \frac{W_{max.} l_{max.} V_{max.аг.}}{10000 V_{mp.} h_{max.mp.}} = \frac{600 \times 5,0 \times 0,7}{10000 \times 4,7 \times 0,1} = 0,45 \text{ м} \quad (7)$$

де: $W_{max.}$ – максимальна норма внесення субстрату на 1 га, $l_{max.}$ – максимальна ширина міжряддя, $V_{max.аг.}$ – максимальна швидкість руху агрегату, $V_{mp.}$ – швидкість стрічки транспортера, $h_{max.mp.}$ – висота шару субстрату в момент його сходження зі стрічки.

Таким чином, використання транспортерної стрічки шириною 0,5 м повинно задовольнити поставлені вимоги і є прийнятним способом забезпечення компактності майбутнього робочого органу.

Знову ж таки з міркувань зменшення ваги та габаритних розмірів машини виберемо мінімально можливий діаметр обох барабанів транспортера – 0,15 м [8].

Визначимо частоту обертання зрушувального барабану для забезпечення необхідної швидкості руху стрічки транспортера.

$$V = \omega R = 2\pi n R, \text{ звідки } n = \frac{V_{mp.}}{2\pi R} = \frac{4,7}{\pi 0,15} = 9,98 \text{ с}^{-1} \approx 600 \text{ хв}^{-1}. \quad (8)$$

Очевидно, забезпечити приведення даного робочого органу при дотриманні визначених конструкційних параметрів та режиму роботи машини можна за допомогою звичайних ланцюгових механізмів.

Висновки

Виходячи з зазначених критеріїв оцінки, а саме: надійність роботи і якість виконання технологічної операції, а також мінімізація витрат, доцільно виготовити машину в монтованому варіанті. При цьому як базову машину слід використати поширений у виробництві розкидач твердих органічних добрив типу РОУ-6.

Його робочий орган доцільно виконати у вигляді стрічкового транспортера з шириною стрічки 0,5 м та частотою обертання приводного барабану близько 600 хв^{-1} , при чому, діаметр останнього повинен становити 0,15 м.

Зрушувати транспортер раціонально від поздовжнього валу базової машини, який приводиться безпосередньо від ВВП трактора, а як механізм зміни крутного моменту використати прості та надійні ланцюгові передачі.

Список літератури

1. Анциферов Ф.Е. Машины для садоводства / Ф.Е. Анциферов, Л.И. Ярошенко, И.В. Теплинский. – Ленинград: Лениздат, 1990. – 303 с.
2. Дадикин В. Накормите сад / В. Дадикин // Наука и жизнь. – 2003. – №5. – С. 122–127.
3. Довідник з механізації садівництва / [Демидко М.О., Бабенко А.Є., Бабій В.П. та ін.]. – К.: Урожай, 1988. – 230 с.
4. Лисанюк В.Г. Якщ про яблуньку по-батьківські подбаєш, вона віддячить щедрим урожаєм / В.Г. Лисанюк // Сад, виноград і вино України. – 2005. – №8-10. – С. 12–25.
5. Пчелкина Н.Г. Раундап в интенсивном яблоневом саду на юге Украины / Н.Г. Пчелкина // Садоводство и виноградарство. – 2004. – №4. – С. 12.
6. Славінський В. Особливості поверхневого обробітку ґрунту в садах за інтенсивною технологією із застосуванням крапельного зрошення / В. Славінський // Техніка АПК. – 2008. – №9-10. – С. 37–38.
7. Соломахин А.А. Перспективная обработка приствольных полос в семечковых садах / А.А. Соломахин, Т.Г. Алиев // Садоводство и виноградарство. – 2006. – №5. – С. 10–12.
8. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т.1 / [П.У. Бахтин, М.Ф. Бурмистрова, Б.А. Воронюк и др.] ; под. ред. М.И. Клецкина. – [2-е изд.]. – М.: Машиностроение, 1967. – 722 с.
9. *Esparcidores de estiercol y abono*. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.industriasdavid.com/index.php#command:'printPage',style:'industriasdavid',pageId:'6',sectionId:'3'}](http://www.industriasdavid.com/index.php#command:'printPage',style:'industriasdavid',pageId:'6',sectionId:'3').

С целью обеспечения необходимого качества и надежности выполнения технологической операции внесения сыпучего субстрата в приствольные полосы многолетних насаждений обосновано конструктивную и технологическую схемы машины для его внесения.

Приствольные полосы, содержание почвы, мульчевальный субстрат, машина, рабочие параметры.

On purpose of ensuring necessary quality and reliability of technological operation performance of loose substratum fertilizing into under trunk strips of long-term plantings the constructional and technological schemes of machine for loose substratum fertilizing into under trunk strips of long-term plantings is substantiated.

Under trunk strips, maintenance of soil mulching substratum, machine, working parameters.