

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗБИРАННЯ НАСІННЕВОГО ВОРОХУ ЛЮЦЕРНИ

Соломка О.В., к.т.н., доц., Соломка В.О., к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

На основі порівняння ефективності різних технологій збирання насіння люцерни, в статті наведені результати досліджень якості роботи обчисувального пристрою, визначені його раціональні параметри в залежності від фізико-механічних властивостей насінневого вороху люцерни.

Постановка проблеми. Збільшення обсягів виробництва насіння люцерни та зниження його собівартості є актуальною науково-технічною та народногосподарською проблемою. Це пояснюється необхідністю зміцнення власної кормової бази тваринництва України та значним попитом на насіння за її межами.

Один з основних резервів зростання виробництва насіння люцерни полягає у вдосконаленні технологій збирання, які базуються, в основному, на застосуванні зернових комбайнів, що не дозволяє якісно і без втрат зібрати вирощений урожай насіння, особливо при високій вологості рослинної маси.

Для зниження втрат насіння в процесі збирання розроблені та застосовуються на практиці технології, які передбачають перенесення операцій обмолоту та сепарації з поля на стаціонарні пункти, що дозволяє також обмежити вплив погодних умов на процес збирання. Проте транспортування, зберігання та обробіток на стаціонарних пунктах всієї біологічної маси, в якій міститься від 2 до 10% насіння [2], суттєво підвищило його собівартість. Впровадження таких технологій потребує великих площ для накопичення зібраного урожаю та потужного високопродуктивного обладнання стаціонарних пунктів, тому в полі доцільно збирати і транспортувати на стаціонарний пункт не всю рослинну масу, а лише насінневий ворох. Це найбільш перспективний напрям розвитку технологій збирання насіння люцерни, але його практична реалізація стримується відсутністю наукових досліджень технічних засобів для збирання насінневого вороху.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як показали дослідження, на якість виконання технологічного процесу збирання насіння люцерни та нормальне функціонування робочих органів і вузлів збирального агрегата суттєво впливають її агротехнологічні та фізико-механічні властивості, в першу чергу урожайність, густина та характер розміщення рослин на поверхні поля, розмірновагова характеристика, розподіл бобів по висоті стебел, міцність компонентів рослинної маси, їх фрикційні та аеродинамічні властивості.

Необхідність вивчення основних властивостей люцерни зумовлена відсутністю достатньої інформації з цього питання в літературних джерелах, що ускладнює розробку процесу збирання насінневого вороху методом обчисування

рослин на корені, визначення типу, конструктивної схеми та раціональних параметрів і режимів роботи обчисувального пристрою.

Фізико-механічні властивості люцерни в значній мірі визначаються сортом, способом посіву, агротехнікою вирощування, природно-кліматичними умовами та рядом інших факторів. Для підвищення вірогідності результатів протягом трьох років дослідження проводили в Степовій та Лісостеповій зонах України, де сконцентровано більше 90% посівних площ люцерни, що вирощується на насіння [1, 2, 4].

Проаналізовані аналітичні та експериментальні дослідження не дозволяють визначити раціональні параметри і режими роботи обчисувального пристрою рядного типу при збиранні насінневого вороху люцерни, що потребує проведення власних досліджень цього питання.

Мета дослідження. Актуальність теми досліджень зумовлена необхідністю пошуку раціонального способу збирання насінневого вороху люцерни з мінімальними втратами насіння незалежно від погодних умов, а також розробки конструктивно-технологічної схеми пристрою для реалізації цього способу, обґрунтування основних параметрів та режимів його роботи, що має велике народногосподарське значення для України.

Результати досліджень. Аналізом проведених досліджень встановлено, що польова частина технологічного процесу збирання насіння люцерни з застосуванням методу обчисування складається з наступних основних операцій:

- підймання полеглих рослин, формування їх в рівномірну стрічку та введення в зону обчисування;
- відокремлення насінневого вороху від стеблової маси (обчисування);
- збирання та завантаження обчесаного вороху в бункер-накопичувач або транспортний засіб;
- скошування з збиранням або укладанням в валок стеблової маси після обчисування з неї вороху.

Кожна з цих операцій виконується відповідними робочими органами збирального агрегата і якість їх виконання визначає ефективність технологічного процесу в цілому.

Програмою експериментальних досліджень передбачалося: визначити параметри та режими роботи обчисувального пристрою, які забезпечать максимальне виділення насінневого вороху з рослинної маси без травмування насіння і обриву стебел; встановити зусилля, що виникають в стеблах рослин внаслідок їх обчисування відповідними типами робочих органів на різних режимах роботи; уточнити енергетичні затрати на процес обчисування насінневого вороху люцерни; визначити траєкторії руху складових насінневого вороху після їх сходження з робочих органів обчисувальних роторів і на їх основі обґрунтувати розміри та оптимальну форму приймальних патрубків пневмотранспортера.

За результатами теоретичних та лабораторних досліджень, а також з урахуванням фізико-механічних і агробіологічних властивостей люцерни [2] було розроблено універсальний збиральний агрегат зі змінними обчисувальними пристроями різної конструкції.

Для проведення польових експериментальних досліджень використали фуражир ФН-1,4, який призначений для завантаження з подрібненням соломи та сіна зі скирд в тракторний причіп 2ПТС-4-887А. Фуражир навісили на трактор ЮМЗ-6Л, а замість блоку подрібнювальних барабанів встановили обчісувальний пристрій. Це дозволило використати наявну пневмотранспортну систему фуражира ФН-1,4 з потужним всмоктувальним повітряним потоком, яка за технічними показниками задовольняє вимогам щодо збирання та транспортування обчесаного насінневого вороху люцерни, а також розширити діапазон застосування та збільшити робочий період завантаження серійного фуражира ФН-1,4. Без особливих технічних переобладнань на всмоктувальному трубопроводі пневмотранспортера фуражира встановлювали декілька зразків обчісувальних пристроїв різної конструкції, які розробили і виготовили для проведення досліджень. Ротори обчісувальних пристроїв обертались від ременя приводу блоку подрібнювальних барабанів фуражира через додатковий конічний редуктор і систему ланцюгових передач, або від гідродвигуна ГМШ-100, який встановлено безпосередньо на пристрої і задіяно від гідросистеми трактора, що спростило конструкцію і дозволило розширити діапазон досліджень.

Однорядний двохроторний обчісувальний пристрій (рис. 1) навішувався на трубопровід пневмотранспортера фуражира замість конфузора і дозволив дослідити якість роботи різних комбінацій обчісувальних робочих органів при зміні поступальної швидкості руху агрегата V_{ag} , швидкості обертання роторів ω та кута α нахилу осей роторів до поверхні поля.

Для вивчення характеру поведінки компонентів обчесаного вороху в повітряному потоці канал пневмотранспортера виготовили із прозорого склопластику. В загальній приймальній камері вирізали оглядові віконця, які також закрили прозорим склопластиком, а зсередини камери на її стінках наклеїли нитки світлого кольору довжиною до 100 мм, що дало змогу спостерігати за характером розподілу в камері повітряних струменів від дії пневмотранспортера та лопатей роторів.

Процес збирання насінневого вороху люцерни збиральним агрегатом з обчісувальним пристроєм рядного типу здійснювався наступним чином. При проходженні агрегата вздовж рядків подільники-стеблепіднімачі формували рослини у вертикальну стрічку і направляли їх в робочу зону між парою обчісувальних роторів. Лопаті роторів з обох боків рядка прочісували стеблову масу і відділяли від неї насінневий ворох. За рахунок кінетичної енергії, яка надана лопатями роторів, обчесаний ворох потрапляв у приймальну камеру, де підхоплювався всмоктувальним потоком пневмотранспортера і по системі каналів завантажувався в герметизований транспортний засіб.

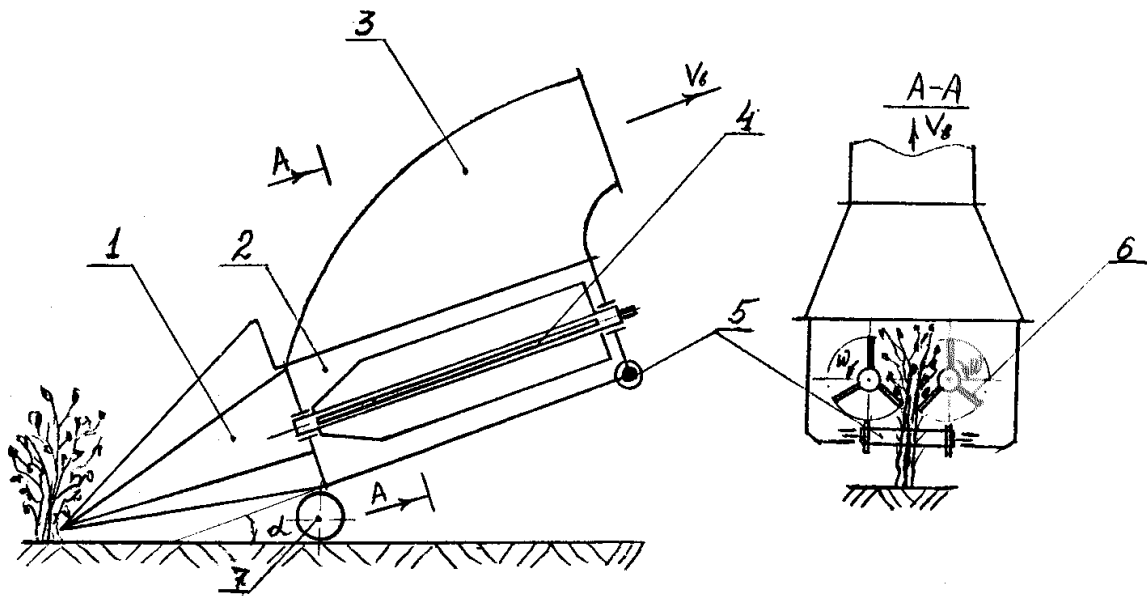


Рис. 1 – Схема обчісувального блоку збирального агрегата:

1 – подільники-стеблепідіймачі; 2 – камера обчісування; 3 – приймальний канал пневмотранспортера; 4 – пара поздовжніх роторів; 5 – прокочуючий ролик; 6 – еластичні лопаті; 7 – опорні колеса.

Різні конструкції та компоувальні схеми експериментальних обчісувальних пристроїв дозволили в повному обсязі провести дослідження процесу збирання насінневого вороху в порівняльних умовах.

В процесі проведення пошукових досліджень встановлено, що зміна кута α нахилу осей роторів до горизонтальної площини в межах від 0° до 45° суттєво не впливає на якість обчісування, особливо при малих швидкостях подачі матеріалу V . Подальше збільшення кута α призводить до відхилення рослин робочими органами роторів вперед в площині рядка і, як наслідок, до погіршення якості обчісування. Частково згладжує це негативне явище підвищення частоти обертання обчісувальних роторів ω (рис. 2).

На основі теоретичних досліджень та з врахуванням відхилення стебел подільниками в польових умовах збирання [1, 3] значення кута нахилу осей обчісувальних роторів приймаємо $\alpha = 15^\circ$. В цьому випадку, площина обертання довільної точки A на поверхні лопаті ротора буде співпадати з напрямком стебла і лопаті роторів будуть виконувати роботу лише по прочісуванню рослинної маси, а не по переорієнтації її в просторі, що зменшує енерговитрати і покращує процес обчісування.

Дещо складніше було визначити раціональний тип робочих органів обчісувальних роторів (фактор якості). При проведенні досліджень особлива увага приділялася якості насінневого вороху, зокрема, вмісту обірваних стебел у ньому. Вміст обірваних стебел в насінневому ворохові q' визначили за виразом:

$$q' = \frac{m_c}{m_g} 100\% ,$$

де: m_c – маса стебел в обчесаному ворохові, г;
 m_e – загальна маса обчесаного вороху, г.

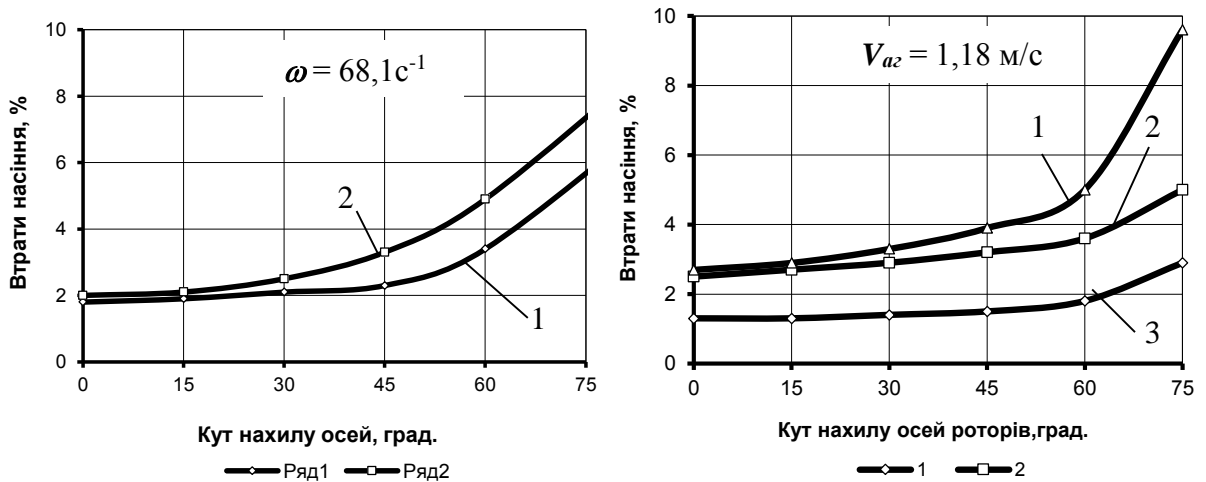


Рис. 2 – Залежність втрат насіння від кута нахилу осей роторів:

ряд 1 - для $V_{ag} = 0,69 \text{ м/с}$, ряд - 2 для $V_{ag} = 1,67 \text{ м/с}$;
 1 - для $\omega = 102,6 \text{ c}^{-1}$, 2 - для $\omega = 68,1 \text{ c}^{-1}$, 3 – для $\omega = 33,5 \text{ c}^{-1}$.

При дослідженнях використовували жорсткі шарнірні лопаті та еластичні прогумовані стрічки. Встановлено, що жорсткі шарнірні лопаті навіть при невисокій кутовій швидкості обертання роторів перебивають стебла, працюючи практично в режимі косарки, тому цей тип робочих органів неприйнятний для обчисування насіння люцерни і якість їх роботи детально не досліджували.

Кращу якість як по повноті обчисування насіння, так і за складом вороху отримали при встановленні на роторах еластичних лопатей, для визначення раціональних параметрів яких необхідно провести додаткові дослідження. Кількість лопатей на кожному роторі при частоті їх обертання вище 75 c^{-1} суттєво не впливає на якість обчисування насіння (рис. 3), тому для подальших досліджень приймаємо $k = 3$.

Вологість рослинної маси також суттєво впливає на якість обчисування насінневого вороху. При низькій вологості (до 15%) в процесі обчисування виникає часткове обламування стебел, що пояснюється їх крихкістю (ламкістю). Це призводить до засмічення насінневого вороху частками стебел та пагонів і негативно впливає на завантаження машин стаціонарного пункту обробки урожаю. Але на практиці така вологість рослинної маси під час збирання люцерни на насіння зустрічається досить рідко, крім того, насінневий ворох при низькій вологості відділяється від стебел без особливих проблем, що дозволяє застосовувати "м'які" режими роботи обчисувального пристрою і не погіршувати фракційний склад обчесаного вороху.

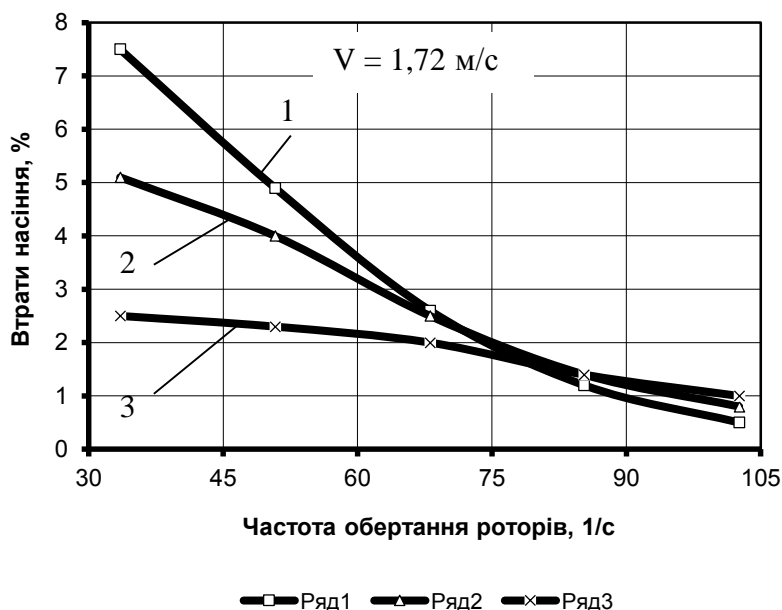


Рис. 3 – Залежність якості обчисування насіння від кількості лопатей:

ряд 1 – для двохлопатових роторів; ряд 2 – для трилопатових роторів; ряд 3 – для роторів з чотирма лопатями

Дослідження агротехнологічних та фізико-механічних властивостей люцерни показали, що вологість рослинної маси в період дозрівання насіння коливається в межах 18...25% в залежності від кліматичних умов і часу доби, але досить часто досягає 30...35%, ускладнюючи застосування традиційних комбайнових способів збирання.

За критерієм Фішера, шляхом порівняння розрахованого значення F_p з табличним F_T , визначили ступінь значущості змінних факторів [3, 4]. Встановили, що найбільший вплив на критерій оптимізації (якість обчисування q) мають кутова швидкість обертання роторів ω , поступальна швидкість подачі матеріалу V та вологість рослинної маси W .

Якщо вологість рослинної маси не перевищує 25...30 %, то кутову швидкість обертання роторів ω необхідно знижувати до 45...60 s^{-1} для усунення явища обламування стебел. З цією ж метою доцільно розміщувати лопаті пари роторів таким чином, щоб вони діяли на рослини почергово з кожного боку. Поступальна швидкість руху обчисувального пристрою (подача матеріалу) в межах від 0,33 м/с до 1,67 м/с при такій вологості рослин в основному впливає не на якість обчисування насінневого вороху, а на продуктивність роботи обчисувального пристрою, тому її доцільно встановлювати в межах 1,2...1,6 м/с.

Незалежно від вологості рослинної маси при високій кутовій швидкості обертання роторів (вище 80 s^{-1}) втрати насіння при обчисуванні не перевищують 2% від урожаю. Ці втрати практично не залежать від зміни поступальної швидкості руху обчисувального пристрою V і взаємного положення лопатей пари роторів.

Для забезпечення достатньої якості обчисування насінневого вороху люцерни трилопатовими роторами кутова швидкість обертання роторів повинна

змінюватись в діапазоні $0,55...0,95 \text{ с}^{-1}$, а швидкість подачі матеріалу – від $0,9 \text{ м/с}$ до $1,4 \text{ м/с}$ в залежності від вологості рослинної маси. При обчисуванні сухих рослин (вологістю до 25%) лопаті пари роторів доцільно встановлювати таким чином, щоб вони діяли на рослини почергово, а при роботі з вологою масою – одночасно.

Графічна інтерпретація результатів лабораторних досліджень дозволяє в кожному конкретному випадку підібрати оптимальні поєднання значень факторів, при яких втрати насіння не перевищують 2...4 % навіть при високій вологості рослинної маси [2, 4]. Достовірність цих значень підтверджена результатами виробничої перевірки якості роботи дослідного зразка збирального агрегата.

Висновок. Суттєві відмінності насінневих посівів люцерни і зернових культур ускладнюють застосування традиційних комбайнових технологій збирання, що потребує проведення додаткових досліджень фізико-механічних властивостей люцерни.

На основі проведеного аналізу сучасних технологій збирання насіння люцерни встановлено, що найбільш перспективною є технологія, яка передбачає збирання в полі насінневого вороху з подальшим його обробітком на стаціонарному пункті.

Відділити насінневий ворох люцерни від рослинної маси з мінімальними втратами насіння незалежно від кліматичних умов дозволяє метод обчисування рослин на корені. Для його реалізації доцільно використовувати обчисувальний пристрій рядного типу з лопатними робочими органами.

Збирання обчесаного насінневого вороху та його завантаження в герметизовані транспортні засоби або в бункер-накопичувач ефективно виконує пневмотранспортер з всмоктувальним або комбінованим повітряним потоком в зоні обчисування.

Проведені аналітичні та експериментальні дослідження дозволяють визначити раціональні параметри і режими роботи обчисувального пристрою рядного типу при збиранні насінневого вороху люцерни.

Список використаних джерел

1. Завалишин Ф.С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве. – М.: Колос, 1973. – 319 с.
2. Ахламов Ю.Д., Гринчук И.М., Журкин В.К. Машины для семеноводства трав: Конструкция и расчет. - М.: Машиностроение, 1968. – 170 с.
3. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных. – М.: Колос, 1966. – 255 с.
4. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. – М.: Колос, 1973. – 194 с.
5. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1979. – 279 с.

Аннотация

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ УБОРКИ СЕМЕННОГО ВОРОХА ЛЮЦЕРНЫ

Соломка А.В., Соломка В.А.

На основе сравнительного анализа эффективности различных технологий уборки семян люцерны, в статье наведены результаты исследований качества работы очесывающего приспособления, определены его рациональные параметры в зависимости от физико-механических свойств семенного вороха люцерны.

Abstract

THE RESULTS OF RESEARCH OF CLEANING A MIXTURE OF ALFALFA SEED

A. Solomka, V. Solomka

On the basis of comparative analysis of efficiency of different technologies of cleaning up of seed of alfalfa, the results of researches of quality of work of combing out adaptation are pointed, his rational parameters are certain depending on physics mechanical properties of seminal lots of alfalfa.