

УДК 633.521:631.172

Лімонт А., канд. техн. наук (Житомир. агротехн. коледж)

Розміри і маса стебел льону-довгунця та готування рошенцевої льонотрести

Із збільшенням діаметра стебла льону-довгунця зростання його висоти сповільнюється, сягаючи відповідного асимптотичного значення. Із збільшенням висоти стебла його діаметр зростає за експоненціальною кривою. За цією ж залежністю зростає маса стебла із збільшенням його висоти і діаметра. Встановлені залежності використовують для нормування щільності розстелених стрічок соломи під час готування рошенцевої льонотрести.

Ключові слова: льон-довгунець, стебло, висота, діаметр, маса, взаємозв'язок, рошенцева треста, готування.

Актуальність проблеми. Серед способів обробки льоносоломи для наступного відокремлення волокна від інших складових стебла льону-довгунця найменш енергоємним найбільш екологічно безпечним та економічно доцільним вважають росяне мочіння. Для його здійснення за комбайнового збирання обчісані стебла розстилають в стрічку переважно на полі, де вирощують льон-довгунець. Розстелені стрічки оцінюють за кількістю стебел на одному погонному метрі – $n_{см}$ (шт./м), масою погонного метра стрічки $m_{рс}$ (кг/м) або соломи в розрахунку на один гектар (га) стелища $u_{тс}$ (т/га). За загальними вимірниками кількості розстеленої соломи визначають щільність розстилання стрічок. До прикладу, Й. Піуновський та його співавтори [1] щільність розстилання оцінювали за кількістю розстелених стебел на одному метрі довжини стрічки,

А. Писарчик [2] – за масою одного метра стрічки (кг/м), а М. Афонін та Н. Коренський [3] – за масою соломи, розстеленої на одному гектарі (т/га). Враховуючи, що висота і діаметр розстелених стебел можуть мати різні значення, що позначається на масовій щільності розстилання соломи, дослідники [3] висловлюють думку про доцільність оцінювання щільності розстилання в т/га. У цій статті розглянемо деякі проблематичні питання технології виробництва рошенцевої льонотрести, пов'язані з оцінюванням щільності розстелених стрічок соломи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Площа $S_{кг}$ (м²) для розстилання одиниці маси соломи і довжина $l_{ст}$ (м) розстеленої стрічки без урахування її розтягнутості пов'язані залежністю [4]:

$$S_{кг} = 10^{-3} \cdot l_{ст} \cdot h_c, \quad (1)$$

де h_c – середня довжина (висота) розстелених стебел, мм.

За результатами досліджень П. Алфіменкова, В. Дідори, Н. Лазаркевича, Л. Фоменка та інших, бажана довжина стебел льону-довгунця має бути в межах 700 – 800 мм. При цьому товщина (діаметр) стебла має становити не менше 1,0 мм і не перевищувати 2,0 – 2,5 мм. За товщини понад 1,5 мм прискорено знижується вміст волокна в стеблах та його якість. Дослідники відзначають, що чим довше стебло, тим воно товстіше (проте не з'ясований характер цієї залежності), а звідси – різна тривалість вилежування стебел за технологією росяного мочіння.

Кількість розстелених стебел на погонному метрі стрічки n_{cm} (шт./м) без урахування втрат стебел під час бравання та обчислювання визначають за формулою:

$$n_{cm} = b_p \Gamma_{ст} \quad (2)$$

де b_p – робоча ширина захвату льонозбирального комбайна, м;

$\Gamma_{ст}$ – густина стеблостою льону-довгунця перед збиранням, шт./м².

Масу 1 м стрічки розстеленої соломи m_{pc} (кг/м) визначають із залежності:

$$m_{pc} = 10^{-3} m_c b_p \Gamma_{ст} \quad (3)$$

де m_c – маса стебла в розстеленій стрічці соломи, г.

Масу розстеленої комбайном льоносоломи на 1 га площі $u_{тс}$ (т/га) розраховують за формулою:

$$u_{тс} = 10 m_c b_p \Gamma_{ст} / (h_c \rho_c) \quad (4)$$

де ρ_c – розтягнутість стрічки розстеленої льонокомбайном соломи.

Експериментальні дані щодо висоти, діаметра і маси стебел льону-довгунця містять публікації Н. Бикова, М. Бурмістрової, В. Дідуха, В. Жукова, М. Клецкіна, Л. Клятиса, І. Крагельського, І. Махова, Г. Хайліса, М. Шликова та ін. У працях А. Вікторової, Б. Доспехова, З. Жужикової, В. Земіт, Н. Лазаркевича, М. Сосновської та ін. розглянуто вплив діаметра стебел і густоти стеблостою на масу стебел. Проте, для прогнозування маси стебла, що відповідає його висоті й діаметру, за яких успішно відбувається росяне мочіння льоносоломи і досягається більш високий вихід волокна та підвищується його якість, необхідні подальші дослідження. В раніше опублікованих працях [5] розглянуто відповідні двомірні варіаційні ряди основних розмірів стебла льону-довгунця, а також двомірні варіаційні ряди «висота та діаметр – маса стебла».

Мета дослідження – визначити передумови нормування маси обчисаного стебла льону-довгунця задля підвищення ефективності готування рошенцевої трести і з'ясувати якісно-кількісний взаємозв'язок між основними розмірами і масою стебла для оцінювання щільності розстилання соломи під час її росяного мочіння.

Завдання дослідження: 1) визначити якісну

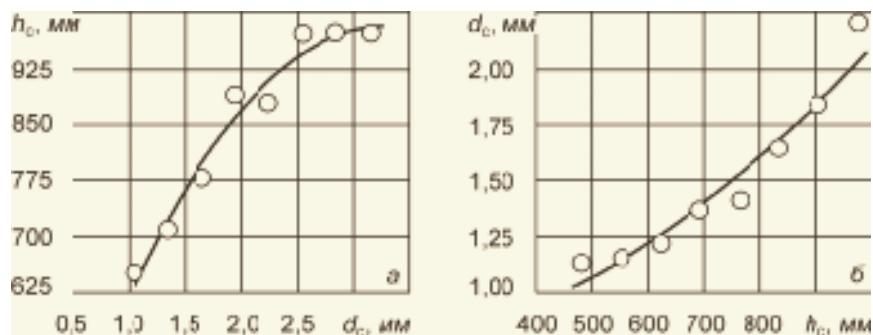


Рис. 1 – Взаємозалежність між висотою h_c і діаметром d_c стебел льону-довгунця: а) модельна лінія регресії h_c на d_c ; б) модельна лінія регресії d_c на h_c

залежність і з'ясувати кількісну зміну довжини стебла від його діаметра і навпаки – діаметра стебла від його висоти; 2) опрацювати і дослідити модельні рівняння і лінії регресії маси стебла на його висоту і діаметр.

Об'єкт і методика дослідження. Об'єкт дослідження – стебла рослин льону-довгунця в технологічному процесі готування рошенцевої льонотрести. Предмет дослідження – висота, діаметр і маса стебел, що визначають параметри стрічки розстеленої соломи під час її росяного мочіння. Зразки рослин відбирали в збиральний період з виробничих посівів льону-довгунця [6]. Від рослин відділяли розгалуження суцвіття з насінними коробочками і «оголені» стебла доводили до повітряносухого стану. Довжину (висоту) стебел вимірювали лінійкою з міліметровими поділками, а діаметр – штангенциркулем з точністю до 0,01 мм на одній третині висоти стебла від гузиревої частини. Масу стебла визначали з точністю до 0,001 г зважуванням на аналітичних вагах. Для цього стебла різали на відрізки, що могли бути розміщені на тарілці ваг. Обсяг вибірки становив 500 стебел. Така вибірка забезпечила визначення маси стебел, що характеризувалася найбільшим коефіцієнтом варіації, з відносною точністю 4,8%. Обробка зібраного статистичного матеріалу здійснена з використанням методів кореляційно-регресійного аналізу і стандартних комп'ютерних програм.

З використанням парних значень діаметра і довжини стебел, маси стебел і висоти, маси і діаметра, одержаних в результаті вимірювання діаметра і висоти та зважування кожного з п'ятсот стебел, відібраних для аналізу, будували відповідні кореляційні решітки для пошуку і визначення можливих зв'язків між досліджуваними ознаками. На підставі кореляційних решіток визначали середньогрупові значення прийнятих факторіальних ознак і відповідні їм середні зважені значення результативних ознак, а також будували діаграми досліджуваних залежностей. Згруповані значення факторіальних і результативних ознак у вигляді точкових графіків наведені на рисунках.

Результати дослідження. Визначено, що між висотою стебла h_c і його діаметром d_c , а відповідно між d_c і h_c існує додатний кореляційний зв'язок, що оцінюється коефіцієнтом кореляції 0,647.

Кореляційні відношення зв'язку висоти стебла та його діаметра і діаметра стебла та його висоти різні і дорівнюють відповідно 0,736 і 0,685. Додатне значення коефіцієнта кореляції свідчить про збільшення

одного з розмірів стебла з підвищенням значення іншого. Оскільки розраховані кореляційні відношення перевищують значення коефіцієнта кореляції, то між досліджуваними морфологічними ознаками можливий криволінійний зв'язок. Перевірку лінійності зв'язку можна здійснити з використанням t -критерію або дисперсійного аналізу. В цьому дослідженні вибір форми зв'язку здійснений шляхом аналізу різних рівнянь регресії з використанням R^2 -коефіцієнта. З рис. 1, а видно, що з підвищенням d_c висота стебла зростає, але з поступовим сповільненням, яке виразно відстежується при підвищенні d_c понад 2,25 мм, сягаючи асимптотичного значення орієнтовно 1000 мм.

Для з'ясування характеру зв'язку між висотою і діаметром стебла здійснили вирівнювання експериментальних значень h_c рівняннями прямої з додатним кутовим коефіцієнтом, логарифмічної, експоненціальної, степеневі і поліноміальної другого степеня функцій. Виявилось, що максимальне значення R^2 -коефіцієнта забезпечило вирівнювання поліноміальною кривою другого степеня вигляду:

$$h_c = 223,072 + 467,222 d_c - 71,759 d_c^2 \quad (5)$$

при $r = 0,647$; $\eta = 0,736$; $R^2 = 0,971$; $\lambda_{\text{пв}} = 0,038$;

$S_y = 68,4$ мм і $k_d = 0,542$, де

r – коефіцієнт кореляції між висотою і діаметром стебла льону-довгунця;

η – кореляційне відношення висоти стебла і його діаметра;

R^2 – показники вірогідності апроксимації експериментальних значень висоти стебла залежно від його діаметра рівняннями (5) поліноміальної кривої другого степеня;

$\lambda_{\text{пв}}$ – показник оцінювання вирівнювання, що являє відношення основної помилки вирівнювання експериментальних значень h_c апроксимуючою функцією (5) до середнього значення результативної ознаки;

S_y – помилка рівняння (5) криволінійної регресії, яку визначають за значенням середньоквадратичного відхилення висоти стебел та кореляційним відношенням висоти стебла і його діаметра;

k_d – коефіцієнт детермінації, що визначає силу впливу факторіальної ознаки (діаметра стебел) на

зміну результативної (їх висоти).

За значенням $\lambda_{\text{пв}} = 0,038$, що значно менше 0,1, можна констатувати забезпечення умови задовільного вирівнювання експериментальних значень h_c рівняннями (5) [7]. З підвищенням діаметра стебла понад 2,25 мм зміна його висоти відбувається в межах помилки рівняння (5), яка становить 68,4 мм. За значенням коефіцієнта детермінації варіація висоти стебла на 54,2% причинно зумовлена варіацією його діаметра. З рівняння (5) та рис. 1, а встановлено, що за діаметра стебел 1,0 мм, 1,5 мм, 2,0 і 2,5 мм прогнозована їх висота становитиме відповідно 618 мм, 762 мм, 870 мм і 943 мм.

З використанням кореляційних решіток визначено коефіцієнти кореляції між іншими результативними і факторіальними ознаками та їх кореляційні відношення (див. таблицю).

Перевищення чисельних значень кореляційних відношень над коефіцієнтами кореляції в досліджуваних парних зв'язках та візуальний аналіз кореляційних решіток і побудованих призмogram засвідчили про можливий криволінійний характер збільшення результативних ознак з підвищенням факторіальних. Для з'ясування цього характеру здійснили вирівнювання експериментальних значень d_c і m_c залежно від h_c , а також h_c і d_c рівняннями прямих з додатним кутовим коефіцієнтом логарифмічної, степеневі, показової та експоненціальної функцій. За значеннями R^2 -коефіцієнтів найкраще наближення до експериментальних даних забезпечило вирівнювання експоненціальними кривими, рівняння яких наведені в таблиці. У цій же таблиці наведено й показники, що характеризують і визначають вірогідність оцінювання вирівнювання зазначеними кривими відповідних результативних

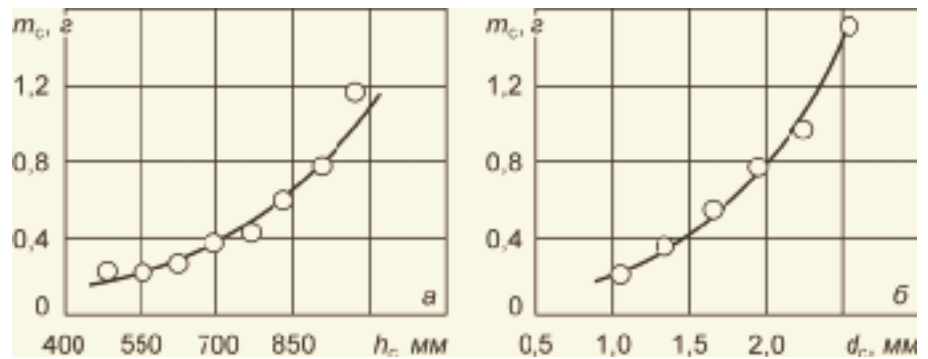


Рис. 2 – Зміна маси m_c обчисаного стебла льону-довгунця залежно від його висоти h_c (а) і діаметра d_c (б)

Таблиця

Показники кореляційного зв'язку досліджуваних ознак стебел льону-довгунця і модельні рівняння регресії результативних ознак на факторіальні та оцінювання впливу факторіальної ознаки на результативну

Результативна – факторіальна ознака	Коефіцієнт кореляції (чисельник) та кореляційне відношення (знаменник)	Вирівнювання за експоненціальною кривою		Помилка рівняння регресії (чисельник) і коефіцієнт детермінації (знаменник)
		Рівняння регресії	Значення R^2 -коефіцієнта (чисельник) і показника $\lambda_{\text{пв}}$ (знаменник)	
Діаметр стебла d_c (мм) – висота h_c (мм)	0,647 0,685	$d_c = 0,5442 \exp(0,0013 h_c)$	0,946 0,082	0,233 0,470
Маса стебла m_c (г) – висота h_c (мм)	0,750 0,815	$m_c = 0,031 \exp(0,0036 h_c)$	0,954 0,100	0,100 0,664
Маса стебла m_c (г) – діаметр d_c (мм)	0,873 0,900	$m_c = 0,0624 \exp(1,2564 d_c)$	0,998 0,070	0,133 0,810

ознак, помилок рівнянь цих кривих та відповідних значень коефіцієнтів детермінації. Відношення основних помилок вирівнювання до середніх значень відповідних результативних ознак знаходяться в межах, що забезпечують умову задовільного вирівнювання експериментальних даних. Різниця між максимальними і мінімальними значеннями окремих результативних ознак перевищує помилки відповідних рівнянь регресії у 4,6 – 10,4 рази. Криві, побудовані за рівняннями, наведеними в таблиці, показані на рис. 2. За значеннями коефіцієнтів детермінації зміна досліджуваних результативних ознак на 47 – 81% причинно зумовлена варіацією відповідних факторіальних.

З графіка зміни d_c залежно від h_c (рис. 1, б) видно, що за висоти стебел 700 і 800 мм діаметр стебел може дорівнювати відповідно 1,35 і 1,54 мм, тобто в межах, за яких стебла мають підвищений вміст волокна з більш високою якістю. Аналіз кривої, яка наведена на рис. 2, а, показує, що за висоти стебел 700 і 800 мм їхня маса дорівнює відповідно 0,385 і 0,532 г. З рис. 2, б видно, що стебла діаметром 1,0 мм, 1,5 і 2,0 мм мають масу відповідно 0,220 г, 0,409 і 0,768 г. Такі стебла, найбільш придатні для росяного мочіння та брання льону-довгунця комбайном з урахуванням регулювань його обчисувального апарата і технологічних можливостей переробки трести на тіпальних машинах.

Якщо простежити зміну h_c залежно від d_c і зміну d_c від h_c рівняннями прямих з додатним кутовим коефіцієнтом (R^2 -коефіцієнти дорівнюють відповідно 0,909 і 0,901), то можна зазначити, що збільшення діаметра стебла на 1 мм супроводжується збільшенням його висоти на 166 мм, а з підвищенням висоти стебла на 100 мм його діаметр зростає на 0,21 мм.

У випадку апроксимації залежностей $m_c = f(h_c)$ і $m_c = f(d_c)$ рівняннями прямих з додатним кутовим коефіцієнтом R^2 -коефіцієнти набувають значення відповідно 0,844 і 0,942. При цьому зі збільшенням висоти стебла на 100 мм і його діаметра на 1 мм маса стебла зростає відповідно на 0,177 і 0,815 г.

Висновки.

Встановлено кількісні зв'язки між висотою і діаметром, а також між діаметром і висотою обчисаного стебла льону-довгунця. Діаметр стебла, який забезпечує найбільший вміст волокна належної якості, може бути отриманий за формування стеблостою висотою 762 мм. Раціональна висота стебел 700 – 800 мм відповідає їх діаметру в межах 1,35 – 1,54 мм. Між масою стебла з одного боку і його висотою та діаметром з іншого визначено додатний кореляційний зв'язок з коефіцієнтами кореляції відповідно 0,750 і 0,873 за кореляційних відношень першої ознаки до другої і третьої послідовно 0,815 і 0,900. Виявлені кореляційні зв'язки кількісно описуються експоненціальними залежностями. Зміна висоти стебла від 700 до 800 мм супроводжується збільшенням його маси від 0,385 до 0,552 г. Маса стебла діаметром 1,0 мм, 1,5 мм і 2,0 мм дорівнює відповідно 0,220 г, 0,409 і 0,768 г. Формування стебел висотою і діаметром, що визначають належні умови готування рошенцевої льонотрести і її переробки та впливають на вихід і якість волокна, може бути реалізоване за умови зосередження

маси стебла в діапазоні менших її значень. З використанням одержаних кореляційно-регресійних моделей можна здійснити оцінювання щільності розстилання стрічок за росяного мочіння соломи в різних одиницях розмірності.

Список літератури

1. Пиуновский И.И. Исследование технологии разделной уборки льна / И.И. Пиуновский, К.Ф. Терпиловский, В.П. Клявина // ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР: труды. – Минск: Урожай, 1969. – Т. 6. – С. 142 – 151.
2. Писарчик А.В. Об оптимальной ширине захвата теребильного аппарата / А.В. Писарчик // ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР: сб. науч. работ аспирантов. – Минск: Ураджай, 1970. – С. 185 – 192.
3. Афонин М.И. Высокоурожайный лен и комбайны / М.И. Афонин, Н.Г. Коренский // Лен и конопля. – 1969. – № 6. – С. 20 – 21.
4. Ерофеев А.А. Опыты по рационализации мочки льна в Молотовской области / А.А. Ерофеев // Молотовский (Ижевский) гос. с.-х. ин-т: труды. – Молотов, 1946. – Т. 10. – С. 3 – 103.
5. Лімонт А.С. Масово-розмірна характеристика стебел льону-довгунця як фактор використання льонозбиральних комбайнів / А.С. Лімонт, В.О. Ломакін // Вісн. Дніпропетр. держ. аграр. ун-ту. – Дніпропетровськ, 2009. – № 2. – С. 21 – 27.
6. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / [Долгов Б.С., Заворотченко И.С., Ковалев В.Б. и др.]; под ред. Б.С. Долгова и В.Б. Ковалева. – Торжок: Всесоюз. НИИ льна, 1978. – 78 с.
7. Методика статистической обработки эмпирических данных: РТМ 44 – 62. – М.: Изд-во стандартов, 1966. – 100 с.

Аннотация. С увеличением диаметра стебля льна-долгунца возрастание его высоты замедляется, достигая соответствующего асимптотического значения. С увеличением высоты стебля его диаметр возрастает по экспоненциальной кривой. По этой же зависимости возрастает масса стебля при увеличении его высоты и диаметра. Установленные зависимости используют для нормирования плотности разостланных лент соломы при приготовлении стланцевой льнотресты.

Summary. With the increase of diameter of the stem, its height slows in growing, reaching a correspondent symptom-free value. With the increase of the height of the stem, its diameter grows as per exponential curve. In exponential ratio grows the mass of the stem when increasing its height and diameter. The set correlations shall be considered when norming density of outspread strips of straw when preparing dew-retted flax straw.

Стаття надійшла до редакції 12 лютого 2015 р.