

Житомирський національний агроекологічний університет

СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОТИ І ДІАМЕТРА СТЕБЕЛ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ ЯК ОБ'ЄКТА МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ

Досліджені розподіли висоти і діаметра стебел льону-довгунця. Встановлено кореляційний зв'язок між вказаними розмірними характеристиками, який оцінюється коефіцієнтами кореляції 0,210...0,800 і кореляційними відношеннями 0,351...0,970. Отримано рівняння регресії діаметра стебел за їхньою висотою, яке описується експоненціальною функцією. Коефіцієнт варіації висоти стебел і середнє квадратичне відхилення коефіцієнта варіації їх діаметра із збільшенням густоти стеблостою зменшуються за законом гіперболи.

© А.С. Лімонт

Постановка проблеми

Належне проектування і високоефективне використання льонозбиральних машин можуть бути реалізовані за умови урахування відповідних характеристик і параметрів стеблостою льону-довгунця та власне морфологічних ознак стебел [5, 11, 12, 13]. Серед цих ознак слід виділити висоту (довжину) та діаметр (товщину) стебел. З такими ознаками стебел пов'язують обґрунтування і визначення низки регульовальних параметрів льонозбиральних машин. Сюди слід віднести регулювання подільників і брального механізму [3, 6, 13, 15], затискного конвеєра і очісувального апарата [8, 11, 13], засобів механізації піднімання трести [9] і пресування її в кіпи [2]. При визначенні технологічних показників підбирачів соломи і трести взагалі та зокрема кількості снопів, які одержують з 1 кв.м поля, та секундної продуктивності робочих органів необхідно узгоджувати ширину захвату і швидкість руху машини з діаметром стебел [7]. У пропонованому дослідженні передбачено з'ясувати деякі з розмірних характеристик стебел льону-довгунця, як об'єкта механізованого його збирання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Одні з перших відомостей про висоту і діаметр стебел льону-довгунця наведені у працях [4, 16]. М.І. Шликов [16] вказував на можливий зв'язок між діаметром стебел та їхньою висотою. Інформація щодо розмірних характеристик стебел є зокрема у працях авторів [5, 8, 11, 12, 13] та інших виданнях. Л.Д. Фоменко [10] і І.В. Шудрик [17] наводять відомості про вплив морфологічних ознак стебел льону-довгунця на вміст волокна в стеблі, прядивні якості волокна та вихід лубу і його міцність.

З наведеного огляду і аналізу досліджень та публікацій випливає, що кількісні закономірності зміни діаметра стебел залежно від їхньої висоти остаточно поки ще не з'ясовані, що до деякої міри не дозволяє визначитися з діапазоном технологічних регулювань та вибором експлуатаційних режимів роботи льонозбиральних машин.

Мета досліджень полягала у визначенні передумов підвищення результативності технологічних регулювань робочих органів льонозбиральних машин. *Завдання досліджень*: 1) вивчити розподіли висоти і діаметра стебел льону-довгунця як статистичних величин; 2) з'ясувати тісноту і характер кореляційного зв'язку між висотою і діаметром стебел; 3) дослідити кількісну зміну діаметра стебел залежно від їхньої висоти.

Об'єкт та методика досліджень

Об'єктом дослідження слугував передзбиральний стеблостій льону-довгунця середньостиглого сорту, який вирощували у великотоварних сільськогосподарських підприємствах Житомирської області. Вимірювали

висоту і діаметр стебел у 32 рослинних зразках, відібраних за методом випадкових безповторних вибірок, що були репрезентативні і налічували від 140 до 500 рослин, причому кількість вибірок в 500 рослин була переважною. Обробка дослідних даних здійснена з використанням математично-статистичних методів, за допомогою яких визначали параметри емпіричних варіаційних рядів та будували криві теоретичних розподілів досліджуваних ознак. Пошук якісних залежностей і з'ясування кількісних закономірностей зміни результативних ознак залежно від факторіальних здійснених шляхом застосування кореляційно-регресійного методу і методу найменших квадратів та графічного аналізу експериментальних і опрацьованих даних.

Результати досліджень

Розмах варіювання висоти рослин у досліджуваних вибірках коливався від 350...775 до 630...1160 мм, середнє арифметичне значення – від 556 до 813 мм, середнє квадратичне відхилення – від 48 до 106 мм, а коефіцієнт варіації змінювався від 6,9 до 16,8 %. Діаметр стебел залежно від вибірки змінювався в межах від 0,30...1,50 до 1,10...3,30 мм, середнє арифметичне значення – від 0,89 до 1,71 мм, середнє квадратичне відхилення – від 0,19 до 0,47 мм, а коефіцієнт варіації – від 16,7 до 39,8 %. Емпіричні розподіли висоти і діаметра стебел були досліджені на скошеність і полягання. Показник асиметрії розподілів висоти стебел змінювався з від'ємних значень 0,003...0,44 до додатних 0,005...0,55, а показник ексцесу цих розподілів приймав значення з від'ємних 0,014...0,95 до додатних 0,05...0,46. Для розподілів діаметра стебел характерна додатна асиметрія з показником, що змінювався від 0,26 до 1,67. Розподіли діаметра стебел мали як від'ємний ексцес з показниками від 0,11 до 1,02, так і додатний з показниками в межах 0,08...3,05. Для розподілів висоти стебел відношення показників асиметрії і ексцесу до своїх середніх квадратичних відхилень змінювалися в межах 0,05...3,66 і 0,01...4,36 відповідно. Що стосується розподілів діаметра стебел, то відношення показників асиметрії і ексцесу цих розподілів до своїх середніх квадратичних відхилень мали значення 1,63...6,6 та 0,33...5,94 відповідно. З урахуванням визначених параметрів емпіричних розподілів досліджуваних ознак стебел їх в однаковій мірі можна характеризувати як слабко-, середньо- і сильноасиметричні, так і слабко-, середньо- і сильноексцесивні. Окремі розподіли можна віднести до значущо асиметричних та ексцесивних. За визначеними показниками асиметричності і ексцесивності розподілів висоти і діаметра стебел попередньо можна висловити припущення щодо криволінійної форми зв'язку між ними.

Для остаточного з'ясування форми зв'язку між діаметром і висотою стебел здійснений кореляційний аналіз досліджуваних ознак. Будували

відповідні двомірні варіаційні ряди, за якими опрацювали 32 кореляційні таблиці.

З використанням опрацьованих кореляційних таблиць визначали коефіцієнти кореляції і детермінації та кореляційні відношення, що характеризували статистичний зв'язок між досліджуваними ознаками, і вели розрахунки середніх зважених діаметрів стебел у розрізі окремих середньогрупових значень їхньої висоти.

Розподіл коефіцієнта кореляції характеризувався розмахом варіювання в межах 0,210...0,800 за середнього арифметичного значення 0,576 та середнього квадратичного відхилення 0,159 і коефіцієнта варіації 27,6 %. Досліджуваний розподіл мав від'ємні асиметрію і ексцес з показниками 0,77 і 0,76 відповідно та їх відношеннями до своїх середніх квадратичних відхилень – 1,77 і 0,88.

У досліджуваних статистичних вибірках кореляційне відношення коливалося в межах 0,351...0,970 за середнього арифметичного значення 0,678 та середнього квадратичного відхилення 0,142 і коефіцієнта варіації 20,9 %. Розподіл кореляційного відношення був від'ємно асиметричним і від'ємно ексцесивним з показниками асиметрії і ексцесу 0,06 і 0,95 відповідно. Відношення показників асиметрії і ексцесу розподілу кореляційного відношення до своїх середніх квадратичних відхилень дорівнювали 0,14 і 0,87 відповідно. За визначеними відношеннями показників асиметрії і ексцесу розподілів коефіцієнта кореляції і кореляційного відношення до своїх середніх квадратичних відхилень одержані показники незначущі. Незначущість цих показників дозволяє вважати, що емпіричні функції досліджуваних розподілів узгоджуються з нормальними.

На рис. 1 наведені полігони і криві нормального розподілу коефіцієнтів кореляції і кореляційних відношень, що визначають статистичний зв'язок діаметра і висоти стебел.

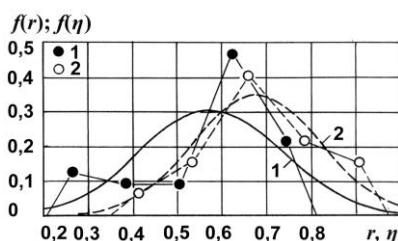


Рис. 1. Полігони і криві нормального розподілу коефіцієнта кореляції r (суцільні лінії 1) і кореляційного відношення η (пунктирні лінії 2) між діаметром і висотою стебел льонувдовгунця

Із загальної сукупності досліджених рослинних зразків у 71,9 % статистичних вибірок було відмічено перевищення чисельного значення кореляційного відношення над коефіцієнтом кореляції, у 21,9 % вибірок – навпаки, а у 6,2 % – чисельні значення показників кореляційного зв'язку були однаковими. На рис. 2 представлені показники кореляційного зв'язку, які були одержані в результаті досліджень 32 двомірних варіаційних рядів «висота – діаметр рослин». Кожна точка на графіку (рис. 2) відповідає результатам кореляційного аналізу певної статистичної вибірки при їх загальній кількості 32. Оскільки у переважній більшості вибірок кореляційне відношення перевищує чисельне значення коефіцієнта кореляції, то показники кореляційного зв'язку досліджуваних ознак у цих вибірках були піддані подальшому аналізу. З використанням методу найменших квадратів виявлено, що кореляційне відношення зростає за прямою в міру підвищення коефіцієнта кореляції (рис. 2), де рівняння якої має вигляд:

$$\eta = 0,449 + 0,472 r. \quad (1)$$

З аналізу рівняння (1) робимо висновок, що з підвищенням коефіцієнта кореляції на 0,1 кореляційне відношення діаметра стебел по їхній висоті усереднено зростає на 0,047.

Отже, із збільшенням висоти стебел їхній діаметр зростає за криволінійною залежністю. Вирівнювання експериментальних даних за експоненціальною, поліноміальною, степеневою та логарифмічною функціями показало краще наближення до апроксимації за експоненціальною функцією вигляду:

$$d_c = 0,308 \exp(0,002 h_c), \quad (2)$$

де d_c і h_c – діаметр і висота стебла, мм.

Експериментальні дані досліджуваних розмірних характеристик стебел та крива, що побудована за залежністю (2), наведені на рис. 3.

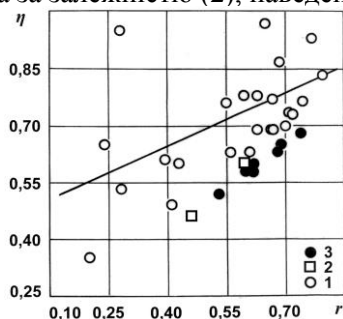


Рис. 2. Кореляційне відношення η діаметра стебел за їхньою висотою та коефіцієнт кореляції r між вказаними ознаками: 1 – $r < \eta$; 2 – $r = \eta$; 3 – $r > \eta$

Між коефіцієнтом варіації висоти стебел v_{hc} і густрою стеблостою $\Gamma_{ст}$ (шт./м²) відмічений від'ємний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції мінус 0,185, а кореляційне відношення коефіцієнта варіації висоти стебел за густрою стеблостою дорівнювало 0,236. Порівняння показників кореляційного зв'язку свідчить про доцільність пошуку між досліджуваними ознаками криволінійної залежності. Визначено, що характер криволінійної залежності описується гіперболічною функцією, апроксимація за якою експериментальних даних забезпечила відношення помилки вирівнювання до середнього значення коефіцієнта варіації висоти стебел, яке дорівнює 0,039. За значенням коефіцієнта детермінації 0,056 частка варіювання мінливості висоти стебел на 6 % зумовлена своїм походженням впливом густоти стеблостою. На рис. 4 представлені середньогрупові значення густоти стеблостою і відповідні їм середні зважені значення коефіцієнта варіації висоти стебел, що отримані на підставі опрацювання двомірного варіаційного ряду, який включав 85 пар значень досліджуваних ознак. На тому ж рисунку наведена гіперболічна крива 1, що апроксимує експериментальні дані. За поведінкою кривої можна вказати, що з підвищенням густоти стеблостою понад 2000 шт./м² зміна мінливості висоти стебел уповільнюється.

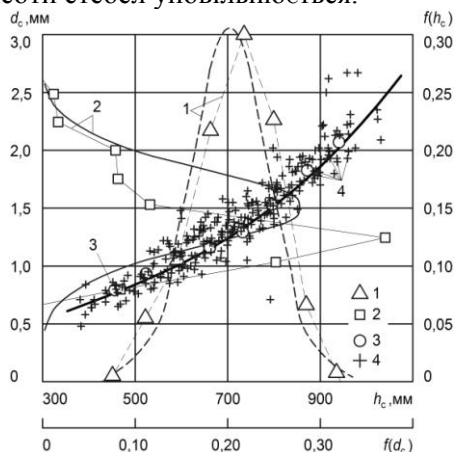


Рис. 3. Статистичний зв'язок висоти і діаметра стебел льону-довгунця:

1 – полігон і нормальна крива розподілу висоти стебел в одному із рослинних зразків; 2 – полігон і нормальна крива розподілу діаметра стебел в тому ж зразку; 3 – точки, абсциси яких відповідають середньогруповим значенням висоти стебел, а ординати – середнім зваженим діаметром стебел в розрізі окремих середньогрупових значень висоти, що розраховані на підставі двомірного варіаційного ряду розмірних характеристик стебел в тому ж аналізованому зразку рослин; 4 – множина точок і узагальнена крива зміни діаметра стебел залежно від їхньої висоти, що побудована на підставі аналізу 32 рослинних зразків

Зі збільшенням густоти стеблостою змінюється і його строкатість за товщиною (діаметром) стебел. У міру загушення посівів середнє квадратичне відхилення коефіцієнта варіації діаметра стебел зменшується. Цю зміну ілюструє графік, який представлений на рис. 4. Для побудови графіка використано результати вимірювань тих же стебел і в тих же аналізованих зразках, що і для побудови кривої зміни v_{hc} залежно від $\Gamma_{ст}$.

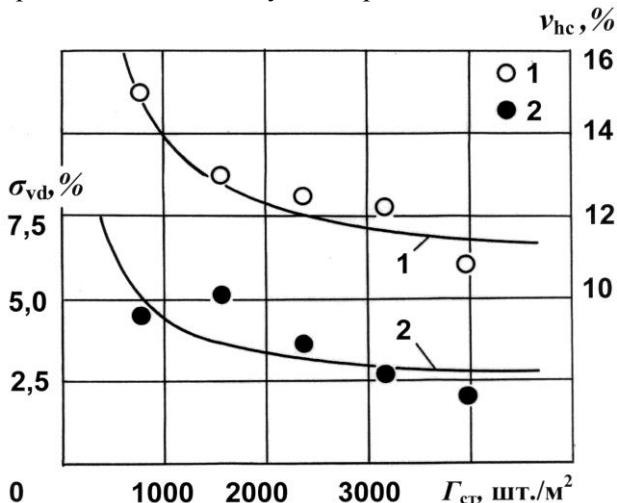


Рис.4. Зміна коефіцієнта варіації висоти стебел v_{hc} (1) і середнього квадратичного відхилення коефіцієнта варіації їх діаметра σ_{vd} (2) залежно від густоти стеблостою $\Gamma_{ст}$

Оцінку значущості мінливості коефіцієнта варіації діаметра стебел залежно від густоти стеблостою здійснили з використанням F -критерію [1]. Відношення дисперсій, що характеризували мінливість коефіцієнта варіації діаметра стебел при густоті стеблостою 784 і 2374 шт./м², дорівнювало 1,56, а при густотах 1529 і 2374 шт./м² – 2,00. За таблицею квантилів F -розподілу [14], входом в яку є значення числа ступенів вільності порівнюваних дисперсій (у першому випадку $\nu_1=24$ і $\nu_2=17$), знаходимо, що табличні значення F -критерію для ймовірностей 0,75 і 0,95 дорівнюють 1,38 і 2,19 відповідно. У другому випадку за числа ступенів вільності чисельника $\nu_1=40$ і знаменника $\nu_2=17$ табличні значення F -критерію для ймовірностей 0,90 і 0,95 дорівнюють 1,78 і 2,10 відповідно. Отже, порівнювані дисперсії відрізняються значущо з ймовірністю, яка у першому випадку перевищує 0,75, а у другому – 0,90. Визначення і перевірка відношення дисперсій коефіцієнта варіації за інших густот стеблостою показали, що з підвищенням густоти стеблостою понад 2374 шт./м² проаналізовані дисперсії відрізняються незначно.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Більшість досліджених розподілів висоти і діаметра стебел льону-довгунця за значеннями коефіцієнтів варіації та показників асиметрії і ексцесу слід вважати такими, що узгоджуються з нормальним законом. Коефіцієнти варіації висоти стебел коливалися у межах 6,9...16,8 %, а їхнього діаметра – 16,7...39,8 %. Показник асиметрії розподілів висоти стебел коливався у межах від мінус 0,44 до плюс 0,55, тобто досліджувані розподіли мали як від'ємні (лівосторонні), так і додатні (правосторонні) асиметрії. Значення показників асиметрії розподілів діаметра стебел коливалися від -6,41 до +1,67, причому переважна більшість розподілів мали додатну асиметрію. Показник ексцесу розподілів висоти стебел коливався від -1,09 до +0,31. Значення показників ексцесу розподілів діаметра стебел коливалися від -2,96 до +3,05. Отже, криві емпіричних розподілів в одних випадках мали більш низьку і пологі вершину (від'ємний ексцес), а в інших – більш високу і гостру (додатній ексцес) порівняно з нормальною кривою.

Коефіцієнт кореляції між діаметром стебел і їхньою висотою коливався в межах 0,210...0,80, а кореляційне відношення діаметра по висоті – 0,351...0,970. Емпіричні розподіли досліджуваних показників статистичного зв'язку за асиметричністю і ексцесивністю узгоджуються з нормальним. За чисельними значеннями коефіцієнтів кореляції і кореляційних відношень із збільшенням висоти стебел їхній діаметр зростає за криволінійною залежністю. Зміна діаметра стебел від їхньої висоти описується експоненціальною функцією.

Із підвищенням густоти стеблостою мінливість висоти і діаметра стебел зменшується за гіперболічною залежністю. За поведінкою виявлених залежностей зміна мінливості висоти і діаметра стебел уповільнюється у міру загушення стеблостою понад 2000 і 2374 шт./м² відповідно. Формування вказаної густоти стеблостою сприятиме підвищенню результативності технологічних регулювань льонозбиральних машин.

Напрямок подальших досліджень має бути зосереджений на пізнанні якісних і кількісних зв'язків між іншими морфологічними ознаками стебел льону-довгунця.

Література

1. Герасимович А.И. Математическая статистика / Герасимович А.И. – Минск: Вышэйш. шк., 1983. – 279 с.
2. Егоров М.Е. Подъем льняной тресты и прессование ее в кипы / М.Е. Егоров, Р.И. Моторина // Экономика, механизация льноводства, первичная обработка льна: тр. Всесоюз. ордена

- Трудового Красного Знамени НИИ льна. – Торжок, 1972. – Вып. 10. – С. 155 – 164.
3. *Кленин Н.И.* Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы: учеб. по спец. «Механизация сел. х-ва» / *Н.И. Кленин, В.А. Сакун* – М.: Колос, 1980. – 671 с.
 4. *Крагельский И.В.* Физико-механические свойства лубяного сырья / *И.В. Крагельский* // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – Т. 2. Теория; под ред. *В.П. Горячкина*. – М.–Л.: Сельхозизд, 1936. – С. 235 – 262.
 5. *Лукинский Ю.В.* Влияние морфологических показателей стеблей льна-долгунца в фазе ранней спелости на толщину расстилаемой ленты при комбайновой уборке / *Ю.В. Лукинский, Н.С. Парфенов* // Рациональные способы использования сельскохозяйственных машин, тракторов и оборудования животноводческих ферм: зап. Ленинград. с.-х. ин-та. – Л. – Вологда, 1974. – Т. 188. – С. 52 – 57.
 6. *Маят А.С.* Методика проектирования и расчета делителей льноуборочных машин / *Маят А.С.* – М.: Отдел внедрения и информации ВАСХНИЛ – ВИЭСХ, 1969. – 54 с.
 7. *Сисолін П.В.* Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: навч. посіб. / *Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М.*; за ред. *М.І.Черновола* // Кн. 2. Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.
 8. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підр. для підготовки фахівців з напрямку «Механізація та електрифікація с.г.» / [*Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М.* та ін.]; за ред. *Д.Г. Войтюка*. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
 9. *Соснов В.М.* Изыскание и исследование рациональной технологии, рабочих органов и средств механизации подъема льняной тресты: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства» / *В.И.Соснов*. – М., 1973. – 26 с.
 10. *Фоменко Л.Д.* Вирівняний льон / *Фоменко Л.Д.* – К.: Урожай, 1967. – 128 с.
 11. *Хайлис Г.А.* Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. завед. по спец. «Механизация сел. х-ва» / *Хайлис Г.А.* – К.: Изд-во УСХА, 1992. – 240 с.
 12. *Хайлис Г.А.* Теория и расчет льноуборочных машин: тр. Великолукского с.-х. ин-та / *Хайлис Г.А.* – Елгава: Латв. с.-х. акад., 1973. – Вып. 26. – 333 с.
 13. *Хайлис Г.А.* Элементы теории и расчета льноуборочных машин / *Хайлис Г.А.* – М.: Машгиз, 1963. – 152 с.

14. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента/ Хикс Ч.; пер. с англ. Т.И. Голиковой, Е.Г. Коваленко, Н.Г. Микешиной; под ред. В.В. Налимова. – Мир, 1967. – 406 с.
15. Шлыков М.И. Льноуборочный комбайн. Теория, расчет, конструкция / Шлыков М.И. – М.: Машгиз, 1949. –159 с.
16. Шлыков М.И. Основные свойства льна / М.И. Шлыков //Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. Т. 2. Теория; под ред. В.П. Горячкина. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1936. – С. 263 – 268.
17. Шудрик І.В. Дослідження впливу біометричних показників лляної соломи на вихід лубу і його міцність / І.В. Шудрик, Г.А. Тіхосова, Н.П. Ляліна// Актуальні питання розвитку галузей льонарства та коноплярства: Матеріали наук.-техніч. конф. молодих вчених (м. Глухів, 7 грудня 2006 р). – Суми: «Ноте бене», 2007. – С. 89 – 93.