

## Продуктивність і стеблостій льону-довгунця з урахуванням густоти стояння рослин перед збиранням

А.С. Лімонт<sup>1</sup>, З.А. Лімонт<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Житомирський агротехнічний коледж, (м.Житомир, Україна)

<sup>2</sup> Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара (м. Дніпро, Україна)  
email: <sup>1</sup> andrespartak@ukr.net; <sup>2</sup> zl.kitti@gmail.com

Продуктивність і стеблостій льону-довгунця є факторами вибору режимів роботи льонозбиральних комбайнів, а мінливість і варіабільність морфологічних ознак стебел ускладнює їх технологічне налагодження та інколи і унеможлиблює застосування засобів механізації на готуванні і збиранні рошенцевої льонотрести. Продуктивність льону-довгунця охарактеризована урожайністю насіння і соломи культури та номером довгого волокна, а стеблостій перед збиранням – його вирівняністю, коробочністю та часткою непродуктивних стебел в ньому. Розмірні характеристики стебел оцінені середнім квадратичним відхиленням і коефіцієнтами варіації відповідних морфологічних ознак.

Наведена зміна урожайності насіння і соломи льону-довгунця, номери довгого волокна і вирівняності стеблостою залежно від густоти стояння рослин перед збиранням. Ця зміна подана відповідними графіками і кореляційно-регресійними рівняннями. Залежно від густоти стеблостою зміна урожайності насіння і соломи льону-довгунця та номери довгого волокна описана випуклими параболою другого порядку, а вирівняність стеблостою за висотою рослин – сповільнено зростаючою гіперболою. Визначена оптимальна густота стеблостою, що максимізує урожайність льонопродукції і якість волокнистої складової урожаю льону-довгунця. Висвітлено вплив густоти стояння рослин перед збиранням на зміну коробочності стеблостою, частки непродуктивних стебел в ньому, середнього квадратичного відхилення коробочності, коефіцієнтів варіації висоти і діаметра стебел. Досліджена зміна маси рослин з розгалуженням суцвіття, насіннєвими коробочками з насінням та маси власне очісаного стебла і насіння на стеблі залежно від густоти стояння рослин. Залежно від густоти стеблостою зміна частки непродуктивних стебел в ньому описується сповільнено зростаючою гіперболою, а решти досліджуваних ознак і їх статистичних показників – рівняннями сповільнено спадаючих гіпербол з визначеними параметрами цих гіпербол. Показники мінливості розмірних характеристик стебел і стеблостою можуть бути використані при визначенні і об'єднанні регулювань очісувального апарата комбайна.

**Ключові слова:** льон-довгунець; урожайність, якість; стеблостій; густота; коробочність; стебло; мінливість розмірів; маса

**Постановка проблеми.** За останні десятиріччя льонарство в Україні за різних причин зазнало значної кризи і занепаду [1]. Одним із шляхів відродження галузі на рівні виробників льону-довгунця науковці [2, 3] вважають впровадження механізованих технологій збирання культури та виробництва рошенцевої льонотрести. Проте в проблемі механізованого збирання льону-довгунця та використання льонозбиральних комбайнів і виробництва льонотрести крім інших питань залишилася поки що ще не з'ясованою густота стояння рослин перед збиранням в розрахунку кількості стебел на один квадратичний метр поля (шт./м<sup>2</sup>). Переважно цей оцінний показник кількості рослин на 1 кв. м називають густотою стеблостою. В цьому повідомленні і піде мова щодо спроби визначення і нормування вказаного параметра стеблостою льону-довгунця.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням густоти стеблостою льону-довгунця різних сортів займалося значне число науковців і

льонарів-практиків при вивченні різних агротехнічних прийомів і заходів щодо їх впливу на ефективність виробництва культури. Дослідження вели в різних ґрунтових умовах і в різних зонах льоносіяння колишніх Російської імперії та Радянського Союзу і тепер в Україні. Слід вказати на інформацію про густоту стеблостою льону-довгунця, яка опублікована в книгах І.О. Стебута (1872) і М.А. Веселовського (1875).

Дослідженням густоти стеблостою льону-довгунця займалися, наприклад, П. Алфіменков (1936), М.І. Афонін (1951), Т.А. Бунтуш і В.С. Ліхман (1972), А.В. Вікторова (1969), М.Г. Городній (1971), В.Г. Дідора (2008), З.М. Жужікова (1960), В.Е. Земіт (1940), О. Змешкал (1972), А.І. Івановський (1927), Н.А. Лазаркевич (1930), Н.І. Личагін і В.Я. Тіхомірова (1986), М.В. Сосновська (1974), М.М. Труш і співавтори (1986), Л.Д. Фоменко (1967, 1974, 1982, 1987), Я.Г. Худик (1969) та ін. Це далеко не повний перелік осіб, які варто було згадати, що оцінювали ефективність густоти

стеблостою льону-довгунця. Аналіз літературних джерел щодо впливу густоти стеблостою на урожайність насіння і соломи льону-довгунця розпочали з публікації А.С. Митрофанова [4] за 1926 р., що вивчав норми висіву насіння, закінчуючи статтею В.П. Мирончука і О.М. Дрозд [5], що була опублікована в 2011 р. Результати аналізу висвітлені дещо нижче в цій статті, де мова йтиме про вплив густоти стеблостою на урожайність насіння і соломи.

Аналіз публікацій Б.В. Волянського [6], З.М. Жужікової [7], Л.Я. Соловійова [8], В.А. Стеценко та В.Г. Петриш і В.С. Хілевич [9], Я.Г. Худик [10], Л.Д. Фоменка [11–14] здійснений для з'ясування впливу густоти стеблостою на номер довгого волокна.

В літературних джерелах [11–14] наведена інформація про вирівняність стеблостою льону-довгунця перед збиранням. На підставі аналізу цієї інформації досліджений вплив густоти стеблостою на вирівняність рослин за їх висотою.

В публікаціях Л.Д. Фоменка [11–14] наведені експериментальні дані про густоту стеблостою і масу надземної частини рослин льону-довгунця з урахуванням розгалужень суцвіття та насіннєвих коробочок з насінням.

В статті В.Э. Земит [15] наведена інформація про вплив густоти висіву двох сортів льону-довгунця на число насінин на одній рослині, абсолютну масу насіння та масу технічної частини стебла. Такі дані можна використати для визначення маси насіння на одній рослині з урахуванням густоти висіву насіння (шт./м<sup>2</sup>). Тут густоту висіву насіння ототожили з  $\Gamma_{\text{ст}}$ .

Автор цього повідомлення з використанням літературних джерел з'ясував вплив густоти стеблостою льону-довгунця перед збиранням на урожайність насіння і соломи культури [16], номер довгого волокна [17] та вирівняність стеблостою за висотою рослин [18–20]. Ним же досліджено вплив густоти стеблостою на частку непродуктивних стебел в ньому та коробочність стеблостою [21], зміну середнього квадратичного відхилення коробочності стеблостою [22, 23] та коефіцієнта варіації висоти і діаметра стебел [24]. В статтях [25–27] досліджена зміна маси очісаного стебла без розгалужень суцвіття залежно від його висоти і діаметра, що в подальшому використано для оцінювання зміни маси очісаного стебла залежно від густоти стеблостою [28]. В публікації автора [29] висвітлена зміна залежно від густоти стояння рослин перерахованих вище оцінних показників стеблостою льону-довгунця.

Мета дослідження полягала на підставі узагальнення експериментальних даних інших дослідників і власних досліджень з'ясувати вплив густоти стеблостою льону-довгунця перед збиранням на урожайність насіння і соломи

культури, номер довгого волокна, вирівняність рослин за їх висотою (вирівняність стеблостою перед збиранням) та частку непродуктивних стебел в стеблостої, його коробочність, середнє квадратичне відхилення коробочності, коефіцієнт варіації висоти і діаметра стебел та масу рослин і насіння на ній.

Об'єкт і методика дослідження. Об'єкт дослідження – виробництво льону-довгунця і рошенцевої льонотрести з визначенням урожайності насіння і соломи льону-довгунця, номера довгого волокна та характеристик стеблостою з урахуванням його густоти перед збиранням. Пошук відповідних кількісних зв'язків між досліджуваними ознаками здійснений на засадах кореляційно-регресійного аналізу та з використанням стандартних комп'ютерних програм.

В дослідженні за факторіальну ознаку визначена густота стеблостою  $\Gamma_{\text{ст}}$  (шт./м<sup>2</sup>) льону-довгунця перед збиранням. Продуктивність льону-довгунця оцінювали урожайністю насіння  $U_{\text{лн}}$  (ц/га) і соломи  $U_{\text{лс}}$  (ц/га) та номером довгого волокна  $N_{\text{дв}}$ . Перераховані показники в дослідженні визначені в якості результативних ознак. До результативних ознак віднесені і такі оцінні параметри стеблостою льону-довгунця як його вирівняність  $V_{\text{ст}}$  (%) за висотою рослин, частка непродуктивних стебел  $\chi_{\text{нс}}$  (%) в стеблостої, коробочність стеблостою  $K_{\text{ст}}$  і середнє квадратичне відхилення коробочності  $\sigma_{\text{кст}}$ , коефіцієнти варіації висоти  $v_h$  і діаметра  $v_d$  стебел, маса надземної частини рослин льону-довгунця з розгалуженням суцвіття і насіннєвими коробочками з насінням трк, маса очісаного стебла без розгалужень суцвіття  $m_{\text{с}}$  та маса  $m_{\text{нс}}$  насіння на стеблі.

В якості вихідної інформації для визначення результативних і факторіальної ознак використані результати експериментальних досліджень значного числа науковців та дані власних спостережень і досліджень стеблостою льону-довгунця як середовища використання льонозбиральних комбайнів.

Масу надземної частини рослин льону-довгунця  $m_{\text{рк}}$  (г) з розгалуженням суцвіття і насіннєвими коробочками з насінням визначали за даними Л.Д. Фоменка про масу немолочених стебел культури. Масу очісаного стебла  $m_{\text{с}}$  (г) льону-довгунця без розгалужень суцвіття визначали з урахуванням дослідженої зміни маси стебла від його висоти і діаметра та висоти і діаметра стебла від густоти стеблостою за опрацьованою відповідною залежністю. Метод визначення  $m_{\text{с}}$  за такою залежністю назвали експериментально-розрахунковим.

Масу насіння на стеблі  $m_{\text{нс}}$  (г) визначали за трьома методиками. За першою з них масу насіння  $m_{\text{нс}}$  визначали з використанням даних Л.Д. Фоменка про масу немолочених і обмолочених стебел льону-довгунця за формулою:

$$m_{nc} = m_{pk} - m_c \quad (1)$$

За другою методикою масу насіння на стеблі визначали з використанням даних Л.Д. Фоменка про урожайність насіння льону-довгунця і густоту стеблостою перед збиранням за формулою:

$$m_{nc} = 10 U_{лн} / \Gamma_{ст}, \quad (2)$$

де  $U_{лн}$  – урожайність насіння льону-довгунця, ц/га.

За третьою методикою масу насіння на стеблі визначали з використанням даних В.Э. Земит [15] за формулою:

$$m_{nc} = 10^{-3} m_n \cdot m_{нас}, \quad (3)$$

де  $m_n$  – абсолютна маса насіння (маса 1000 насінин), г;  $m_{нас}$  – кількість насінин в розрахунку на одну рослину, шт.

Визначали коефіцієнти кореляції  $r$  між результативними і факторіальною ознаками та кореляційні відношення  $\eta$  результативних ознак на факторіальну [30–32]. З використанням стандартних комп'ютерних програм розраховували  $R^2$ -коефіцієнти, що визначають вірогідність апроксимації і міру наближення експериментальних значень результативних ознак залежно від факторіальної відповідною вирівнюючою (апроксимуючою) залежністю. З орієнтацією на  $R^2$ -коефіцієнт визначали прогностичну функцію зміни відповідної результативної ознаки залежно від факторіальної та розраховували модельне рівняння криволінійної регресії результативної ознаки на факторіальну. Обчислювали показник оцінювання вирівнювання  $\lambda_{пв}$  експериментальних значень результативної ознаки визначеним рівнянням криволінійної регресії як частку від ділення основної помилки вирівнювання на середнє значення результативної ознаки [33]. За середнім квадратичним відхиленням результативної ознаки і кореляційним відношенням цієї ознаки на факторіальну визначали помилку  $S_y$  рівняння криволінійної регресії [34]. В підсумку визначали коефіцієнт детермінації  $k_d$  [30, 31], що оцінював силу впливу факторіальної ознаки на результативну.

Результати дослідження. Основні статистичні показники емпіричних розподілів густоти стеблостою як факторіальної ознаки при дослідженні її впливу на визначені результативної ознаки наведені в табл. 1.

З наведених даних видно, що густина стеблостою у виробничих посівних льону-довгунця і в умовах наукових досліджень коливалася в межах 384–4361 шт./м<sup>2</sup>. При цьому середнє арифметичне значення і середнє квадратичне відхилення в

досліджуваних вибірках коливалися в межах відповідно 1668–2186 і 309–748 шт./м<sup>2</sup> за коефіцієнта варіації, що приймав значення від 17,7 до 48,5%.

Основні статистичні показники емпіричних розподілів досліджуваних результативних наведені в табл. 2.

В дослідженнях науковців найбільша урожайність насіння льону-довгунця становила 12,54 ц/га. Проте за інформацією [35] одна з льонарок на теренах колишнього Радянського Союзу ще в 1939 р. одержала урожайність насіння 17,63 ц/га. Найбільша урожайність соломи в дослідженнях науковців становила 77,14 ц/га, а льонарка із Житомирщини О.Х. Заїка [36] одержала урожайність соломи 90 ц/га. На таку урожайність соломи вказував і докт. техн. наук М.Н. Шрейдер [37].

В країнах ЄС (Франція, Бельгія, Голландія) у 2015 р. урожайність льоноволокна становила 20,3 ц/га [38], а та ж льонарка, посилення на яку зроблено А. Плотниковим [35], в тому ж таки 1939 р. одержала по 27 ц волокна з одного гектара. Відома льонарка із Житомирщини Н.Г. Заглада у 1939 р. досягла врожайності волокна 33,1 ц/га і встановила світовий рекорд з урожайності цієї льонопродукції [39]. За таких урожайностей волокна з урахуванням його вмісту в соломі [40, 41] урожайність останньої може сягати 100 ц/га і більше.

Номер довгого волокна залежно від густоти стеблостою перед збиранням за аналізованими джерелами доходить до 19,4. Проте в сучасних умовах номер довгого волокна російських виробників льону-довгунця надто низький і знаходиться в середньому на рівні 10 [42]. Для виробництва високоякісних платтяних, білизняних і інтер'єрних льняних тканин потрібно довге волокно номером 12 і вище [42, 43].

Наведено результати узагальнення досліджень різних науковців щодо впливу густоти стеблостою перед збиранням на урожайність насіння і соломи льону-довгунця [16]. Зміна урожайності насіння льону-довгунця  $U_{лн}$  (ц/га) залежно від густоти стеблостою  $\Gamma_{ст}$  (шт./м<sup>2</sup>) перед збиранням описується випуклою параболою другого порядку, рівняння якої має вигляд:

$$U_{лн} = 1,667 + 0,003112\Gamma_{ст} - 6,7860 \cdot 10^{-7} \Gamma_{ст}^2 \quad (4)$$

при  $r = 0,048$ ;  $\eta = 0,195$ ;  $R^2 = 0,830$ ;  $\lambda_{пв} = 0,080$ ;  $S_y = 2,02$  ц/га і  $k_d = 0,038$ .

За результатами узагальнення дослідних даних різних дослідників зміну урожайності соломи льону-довгунця  $U_{лс}$  (ц/га) залежно від густоти стеблостою  $\Gamma_{ст}$  (шт./м<sup>2</sup>) можна подати рівнянням випуклої параболи другого порядку такого вигляду:

**Таблиця 1** Основні статистичні показники емпіричних розподілів густоти стеблостою перед збиранням льону-довгунця  $\Gamma_{\text{ст}}$  (шт./м<sup>2</sup>)

№ з/п	Оцінювана результативна ознака	Розмір вибірки	Розмах варіювання	Середнє арифметичне значення	Середнє квадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації, %
1	Урожайність насіння $U_{\text{лн}}$ , ц/га	208	986–3288	1955	435	22,2
2	Номер довгого волокна $N_{\text{дв}}$ (дані Б.В. Волянського та ін.)	30	1365–1879	2186	481	21,0
3	Номер довгого волокна $N_{\text{дв}}$ (дані Л.Д. Фоменка)	150	1289–3043	1925	342	17,7
4	Вирівняність стеблостою $V_{\text{ст}}$ , % (дані Л.Д. Фоменка)	161	928–3047	1885	309	16,4
5	Частка непродуктивних стебел в стеблості $Ч_{\text{нс}}$ (%) і коробочність стеблостою $K_{\text{ст}}$	85	384–4352	1668	810	48,5
6	Середнє квадратичне відхилення коробочності стеблостою $\sigma_{\text{кк}}$	85	667–4352	1803	748	41,5
7	Коефіцієнти варіації висоти і діаметра стебел, $v_h$ і $v_d$ (%)	85	387–4361	1803	748	41,5
8	Маса надземної частини рослин льону-довгунця з урахуванням розгалужень суцвіття і насінневих коробочок з насінням $m_{\text{рк}}$ , г (за даними Л.Д. Фоменка)	104	823–3047	1815	442	24,3
9	Маса насіння на стеблі $m_{\text{нс}}$ , г (за даними В. Э. Земит)	9	100–10000	–	–	–

$$U_{\text{лс}} = 3,037 + 0,003994 \Gamma_{\text{ст}} - 7,02067 \cdot 10^{-7} \Gamma_{\text{ст}}^2 \quad (5)$$

при  $r = 0,474$ ;  $\eta = 0,535$ ;  $R^2 = 0,917$ ;  $\lambda_{\text{пв}} = 0,045$ ;  $S_y = 9,21$  ц/га і  $k_d = 0286$ .

При розрахунках показників кореляційного зв'язку  $U_{\text{лн}}$  і  $\Gamma_{\text{ст}}$  та  $U_{\text{лв}}$  і  $\Gamma_{\text{ст}}$  кореляційні таблиці налічували відповідно 208 і 182 аналізованих парних значень результативних і факторіальних ознак. За значеннями  $R^2$ -коефіцієнтів вірогідність апроксимації експериментальних значень  $U_{\text{лн}}$  і  $U_{\text{лс}}$  рівняннями (4) і (5) достатньо висока.

За визначеними відношеннями  $\lambda_{\text{пв}}$ , оскільки вони не перевищують 0,1, доходимо висновку про можливість запропонованої апроксимації досліджуваних зв'язків рівняннями (4) і (5), оскільки витримується умова задовільного вирівнювання експериментальних даних цими функціями [33].

Помилки рівнянь регресії (4) і (5) значно менші середніх арифметичних значень емпіричних розподілів урожайностей насіння і соломи льону-довгунця. За значеннями коефіцієнтів детермінації густота стеблостою льону-довгунця перед збиранням майже на 4 і 29% визначає варіювання відповідно урожайності насіння і урожайності соломи льону-довгунця.

За першою похідною рівнянь (4) і (5) урожайність насіння і соломи льону-довгунця максимізується за густоти стеблостою відповідно 2293 і 2842 шт./м<sup>2</sup>, що в середньому незначно перевищує 2500 шт./м<sup>2</sup> (2567 шт./м<sup>2</sup>). З урахуванням помилок рівнянь (4) і (5) обмежити максимальне значення густоти стеблостою допустимо густотою, що становить 2000 шт./м<sup>2</sup>.

В графічному поданні зміна урожайності насіння і соломи льону-довгунця залежно від густоти стеблостою наведена на рис. 1,а.

За даними Б.В. Волянського [6] (сорт льону-довгунця Світоч), З.М. Жужикової [7] (сорт «Прядильщик», И-7 і Л-1120), А.Я. Соловйова [8] (сорт Л-1120), В.А. Стеценко та В.Г. Петраш і В.С. Хілевич [9] (сорт Т-10 і Світоч), а також Я.Г. Худик [10] (сорт Світоч) був складений узагальнений двомірний варіаційний ряд, що включав 30 пар значень «густина стеблостою перед збиранням – номер довгого волокна» [17]. В дослідженні З.М. Жужикової визначали номер волокна всього, а решта дослідників визначала номер довгого волокна. За складеним двомірним варіаційним рядом була опрацьована кореляційна таблиця, з використанням якої розрахований коефіцієнт кореляції між  $N_{\text{дв}}$  і  $\Gamma_{\text{ст}}$  виявився таким, що дорівнює мінус 0,137 за кореляційного відношення  $N_{\text{дв}}$  по  $\Gamma_{\text{ст}}$  0,406.



Таблиця 2 Основні статистичні показники емпіричних розподілів досліджуваних результативних ознак

№ з/п	Результативна ознака	Розмах варіювання	Середнє арифметичне значення	Середнє квадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації, %
1	Урожайність насіння $U_{лн}$ , ц/га (за даними різних дослідників)	1,7–12,54	4,97	2,06	41,4
2	Урожайність соломи $U_{лс}$ , ц/га (за даними різних дослідників)	24,3–77,14	46,74	10,90	23,3
3	Номер довгого волокна $N_{дв}$ (за дослідженнями Б.В. Волянського та ін.)	12,2–17,0	14,3	1,19	8,3
4	Номер довгого волокна $N_{дв}$ (за дослідженнями Л.Д. Фоменка)	8,0–19,4	15,6	2,3	14,7
5	Вирівняність стеблостою $V_{ст}$ , % (за дослідженнями Л.Д. Фоменка)	52–91	83	3,3	4,0
6	Частка непродуктивних стебел в стеблості $\chi_{нс}$ , %	0–70	27,1	20	17,4
7	Коробочність стеблостою $K_{ст}$	0,20–8,10	1,7	1,37	80,6
8	Коефіцієнт варіації висоти стебел $v_h$ , %	6,9–16,8	11,5	2,26	19,6
9	Коефіцієнт варіації діаметра стебел $v_d$ , %	9,6–34,0	22,8	4,92	21,5
10	Маса надземної частини рослин льону-довгунця з розгалуженням суцвіття і насінневими коробочками з насінням $m_{рк}$ , г	0,404–0,938	0,694	0,106	15,3
11	Маса очісаного стебла $m_c$ , г	0,091–1,690	0,420	0,23	54,7
12	Маса насіння на стеблі $m_{нс}$ , г: а) за масою необмолочених стебел (за даними Л.Д. Фоменка) б) за урожайністю насіння (за матеріалами Л.Д. Фоменка) в) за опрацьованими даними В.Э. Земит (1940)	0,013–0,049 0,015–0,038 0,015–0,064	0,025 0,025 0,036	0,009 0,008 0,021	36,0 32,0 58,3

Значне перевищення кореляційного відношення над коефіцієнтом кореляції свідчить про те, що за даними аналізованих літературних джерел кількісний зв'язок між номером довгого волокна і густрою стеблостою має описуватися криволінійною залежністю, яка за результатами розрахунків є випуклою параболою другого порядку, що має вигляд:

$$N_{дв} = 10,57 + 3,26 \cdot 10^{-3} \Gamma_{ст} - 6,8 \cdot 10^{-7} \Gamma_{ст}^2 \quad (6)$$

при  $r = -0,137$ ;  $\eta = 0,406$ ;  $R^2 = 0,362$ ;  $\lambda_{пв} = 0,050$ ;  $S_y = 1,09$  ц/га і  $k_d = 0,165$ .

За середньогрупових значень густоти стеблостою 1616 шт./м<sup>2</sup>, 2119, 2622 та 3125 і 3628 шт./м<sup>2</sup> номер довгого волокна становив відповідно 14,0; 14,5; 13,8 та 15,5 і 12,7. На рис. 1,а наведені щойно вказані експериментальні значення  $\Gamma_{ст}$  і  $N_{дв}$  та побудована за рівнянням (6) модельна лінія з криволінійної регресії  $N_{дв}$

на  $\Gamma_{ст}$ , яка показана пунктирною кривою. За значенням відношення  $\lambda_{пв} = 0,060$  можна стверджувати про задовільне вирівнювання експериментальних значень  $N_{дв}$  рівнянням (6) параболі другого порядку. Аналіз експериментальних значень  $N_{дв}$  з урахуванням помилки рівняння (6)  $S_y = 1,09$  свідчить про значну різницю номера довгого волокна в статистичних групах густоти стеблостою із середньогруповим значенням 3125, 1616 і 3628 шт./м<sup>2</sup>.

Розрахований коефіцієнт детермінації  $k_d = 0,165$  означає, що за досліджуваною сукупністю публікацій густина стеблостою льону-довгунця на 16,5% визначає варіювання номера довгого волокна, а решта 83,5% не поясненої дисперсії номера довгого волокна викликана впливом інших неврахованих в цьому дослідженні факторів. До цих факторів можна віднести, наприклад, особливості сортів льону-довгунця, його попередники, ґрунтові умови тощо.

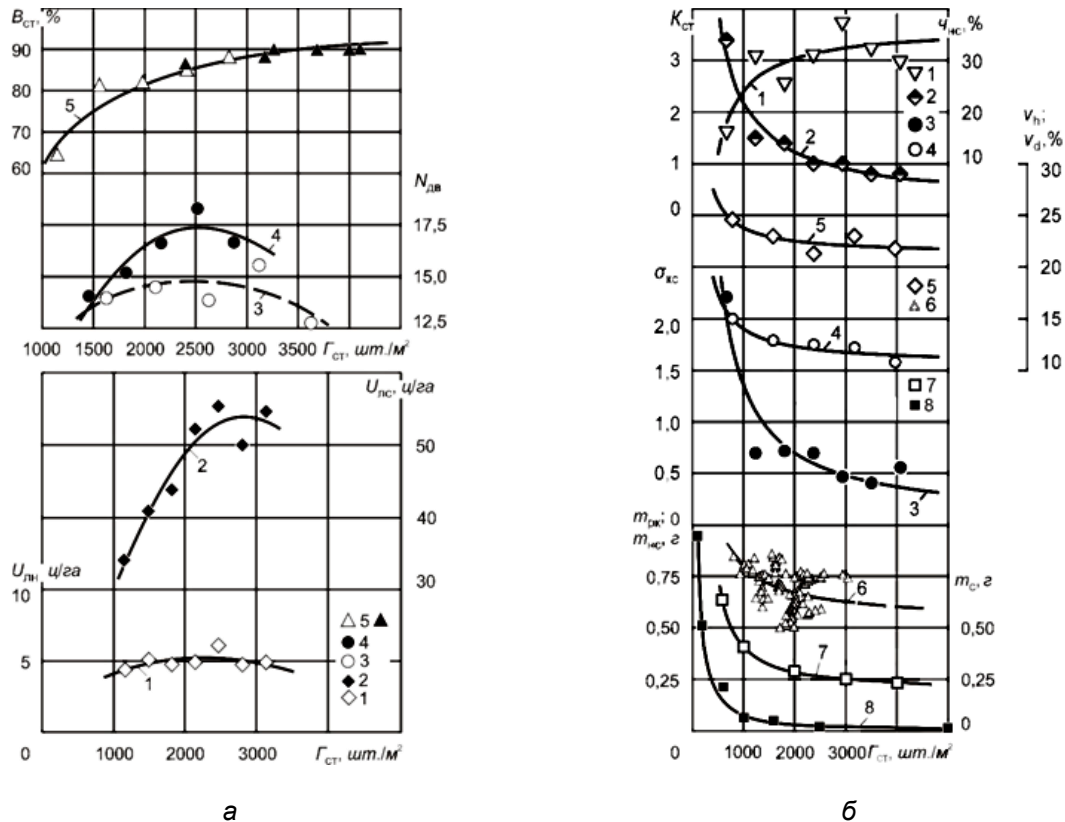


Рис. 1 Зміна (а) урожайності насіння  $U_{\text{лн}}$  (1) і соломи  $U_{\text{лс}}$  (2) льону-довгунця, номери довгого волокна  $N_{\text{дв}}$  (3 і 4) і вирівняності стеблостою  $V_{\text{ст}}$  (5) перед збиранням залежно від його густоти  $\Gamma_{\text{ст}}$  (1 і 2 – за даними різних дослідників, 3 – на підставі узагальнення результатів досліджень Б.В. Волянського [6] та ін. [7–10], 4 – теж Л.Д. Фоменка [11–14], 5 – незатушовані трикутники – згруповані дані Л.Д. Фоменка [11–14], а затушовані – дані автора) та вплив (б) густоти стеблостою перед збиранням  $\Gamma_{\text{ст}}$  на зміну: 1 – частки непродуктивних стебел  $\chi_{\text{нс}}$  в стеблості, 2 – коробочності стеблостою  $K_{\text{ст}}$ , 3 – середнього квадратичного відхилення коробочності  $\sigma_{\text{кс}}$ , 4 – коефіцієнта варіації висоти  $v_h$  стебел, 5 – коефіцієнта варіації діаметра  $v_d$  стебел, 6 – маси надземної частини рослин льону-довгунця  $m_{\text{рк}}$  з розгалуженням суцвіття та насінневими коробочками з насінням (за опрацьованими даними Л.Д. Фоменка [11–13], 7 – маси очісаного стебла  $m_{\text{с}}$ , та 8 – маси насіння на стеблі  $m_{\text{нк}}$  (за опрацьованими даними В.Э. Земит [15]

Л.Д. Фоменко [11–14] вивчав ефективність виробництва льону-довгунця сортів Т-5 і Т-10. При цьому були визначені крім інших оцінних показників густота стеблостою перед збиранням і номер довгого волокна. Складена статистична вибірка включала 150 пар вказаних ознак, з використанням яких була опрацьована відповідна кореляційна таблиця. Між номером довгого волокна і густиною стеблостою виявлений від'ємний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції мінус 0,537 за кореляційного відношення  $N_{\text{дв}}$  на  $\Gamma_{\text{ст}}$  0,517. Наступні розрахунки з використанням методу найменших квадратів та стандартних комп'ютерних програм показали, що зміна  $N_{\text{дв}}$  залежна від  $\Gamma_{\text{ст}}$  може бути описана випуклою параболою другого порядку, модельне рівняння якої має вигляд:

$$N_{\text{дв}} = -1,25 + 1,43 \cdot 10^{-2} \Gamma_{\text{ст}} - 2,75 \cdot 10^{-6} \Gamma_{\text{ст}}^2 \quad (7)$$

при  $r = -0,537$ ;  $\eta = 0,517$ ;  $R^2 = 0,857$ ;  $\lambda_{\text{пв}} = 0,039$ ;  $S_y = 1,97$  ц/га і  $k_d = 0,267$ .

За значенням  $R^2$ -коефіцієнта вірогідність апроксимації експериментальних значень  $N_{\text{дв}}$  залежно від  $\Gamma_{\text{ст}}$  рівнянням (7) достатньо висока, а за відношенням  $\lambda_{\text{пв}} = 0,039$  рівняння (7) задовільно вирівнює експериментальні значення номера довгого волокна.

Згруповані значення густоти стеблостою становили 1464 шт./м<sup>2</sup>, 1815, 2166 та 2517 і 2868 шт./м<sup>2</sup>, відповідно яким номер довгого волокна приймав значення 14,0; 15,2; 16,6 та 18,3 і 16,6. В графічному поданні вказані пари значень  $N_{\text{дв}}$  і  $\Gamma_{\text{ст}}$  наведені на рис. 1, а і тут же зображена суцільною

кривою 4 парабола, що побудована за рівнянням (7). Помилка рівняння  $S_y = 1,97$  підтверджує різницю в номері довгого волокна, що властива окремим групам густоти стеблостою: наприклад, порівняння  $N_{дв}$ , що оцінюють густоту стеблостою 1464, 1815 і 2517 шт./м<sup>2</sup>. За дослідженою сукупністю експериментальних даних і значенням коефіцієнта детермінації  $k_d = 0,267$  варіація густоти стеблостою льону-довгунця перед збиранням майже на 27% причинно зумовлює варіацію номера довгого волокна.

Дослідження рівнянь (6) і (7) на екстремум показало, що номер довгого волокна максимізується за густоти стеблостою відповідно 2475 і 2531 шт./м<sup>2</sup>, а осереднено це становить близько 2500 шт./м<sup>2</sup>. З урахуванням помилок рівнянь (6) і (7) правосторонній допуск оптимальної густоти стеблостою за номером довгого волокна переходить в зону густоти стеблостою, за якої зростає небезпека вилягання льону-довгунця зі всіма негативними наслідками щодо можливості механізованого виробництва рошенцевої льонотрести.

Для з'ясування впливу густоти стеблостою  $\Gamma_{ст}$  (шт./м<sup>2</sup>) перед збиранням льону-довгунця на його вирівняність  $V_{ст}$  (%) за висотою рослин звернулися до праць Л.Д. Фоменка [11–14], в яких наведені результати дослідів з оцінки різних агротехнічних прийомів і заходів щодо їх впливу на ефективність виробництва різних сортів льону-довгунця при їх вирощуванні в різних ґрунтових умовах. Двовірний варіаційний ряд включав 161 пару значень «густина стеблостою перед збиранням – вирівняність стеблостою». Додатково за узагальнених даних здійснювали власні визначення вирівняності стеблостою за різної його густоти. Дослідження показали, що коефіцієнт кореляції між досліджуваними ознаками має додатне значення 0,694 за кореляційного відношення  $V_{ст}$  по  $\Gamma_{ст}$  0,842. Визначено, що кількісний зв'язок між вирівняністю стеблостою і його густотою описується рівнянням зростаючої гіперболи вигляду:

$$V_{ст} = 100 - 38073/\Gamma_{ст}, \quad (8)$$

при  $r = 0,694$ ;  $\eta = 0,842$ ;  $R^2 = 0,709$ ;  $\lambda_{пв} = 0,027$ ;  $S_y = 1,78\%$  і  $k_d = 0,709$ .

Розрахований  $R^2$ -коефіцієнт, що визначає вірогідність апроксимації експериментальних значень  $V_{ст}$  залежно від  $\Gamma_{ст}$  рівнянням (8), має відносно не мале значення, що становить 0,709.

За значенням відношення  $\lambda_{пв} = 0,027$  рівняння (8) задовільно вирівнює експериментальні дані вирівняності стеблостою залежно від його густоти перед збиранням. Результати відповідного групування результативної і факторіальної ознак та крива 5 гіперболи, що побудована за рівнянням (8) в графічному поданні наведені на рис. 1, а. За помилкою рівняння (8), що становить близько 2%, та розміщенням на графіку експеримен-

тальних значень вирівняності стеблостою можна стверджувати, що з підвищенням густоти стеблостою орієнтовно понад 2500 шт./м<sup>2</sup> його вирівняність зростає, але незначно, сягаючи за рівнянням (8) свого асимптотичного значення 100%. За значенням коефіцієнта детермінації  $k_d = 0,709$  варіація густоти стеблостою на 71% причинно зумовлює варіацію вирівняності рослин за їх висотою. В табл. 3 наведені показники кореляційного зв'язку між рештою оцінних параметрів стеблостою як результативними ознаками і його густотою перед збиранням  $\Gamma_{ст}$  (шт./м<sup>2</sup>) як факторіальною та модельні рівняння регресії результативних ознак на факторіальну і показники, що оцінюють з'ясовані рівняння регресії.

З'ясування відповідного рівняння регресії, що оцінює кількісний зв'язок параметрів стеблостою з його густотою, здійснено шляхом вирівнювання експериментальних значень параметрів стеблостою рівняннями прямих та низкою криволінійних функцій, в т. ч. гіпербол і експонент.

Додатний коефіцієнт кореляції виявлений між  $\chi_{нс}$  і  $\Gamma_{ст}$ , а в решті зв'язків відмічено від'ємне його значення. Отже, залежно від  $\Gamma_{ст}$  частка непродуктивних стебел в стеблостої зростає, а решти оцінних параметрів стеблостою зменшується. З табл. 3 простежується, що у всіх досліджуваних парних кореляційних зв'язках кореляційні відношення перевищують значення коефіцієнтів кореляції, що є ознакою можливого криволінійного зв'язку між результативними ознаками і густотою стеблостою. За  $R^2$ -коефіцієнтами найкраще наближення експериментальних значень більшості результативних ознак залежно від густоти стеблостою до вирівняних забезпечила апроксимація результатів експериментів та їх узагальнення рівняннями спадних гіпербол.

Зміна експериментальних значень  $\chi_{нс}$  залежно від  $\Gamma_{ст}$  апроксимована рівнянням зростаючої гіперболи. В табл. 3 наведені модельні рівняння криволінійної регресії  $\chi_{нс}$ ,  $K_{ст}$ ,  $\sigma_{кк}$ ,  $v_h$ ,  $v_d$ ,  $m_{рк}$  і  $m_{нс}$  на густоту стеблостою  $\Gamma_{ст}$  та значення  $R^2$ -коефіцієнтів, що оцінюють вірогідність апроксимації досліджуваних параметрів стеблостою відповідними прогностичними функціями.

За значеннями показника вирівнювання  $\lambda_{пв}$  з'ясовані прогностичні функції задовільно апроксимують експериментальні значення більшості досліджуваних результативних ознак. Наведені в табл. 3 помилки з'ясованих рівнянь регресії значно менші середніх арифметичних значень відповідних емпіричних розподілів. За значеннями коефіцієнтів детермінації густина стеблостою льону-довгунця перед збиранням майже на 6%, близько 10% та майже на 90% визначає варіювання відповідно коефіцієнтів варіації висоти і діаметра стебел льону-довгунця, частки непродуктивних стебел в стеблостої та середнього квадратичного відхилення коробочності стеблостою.

**Таблиця 3.** Показники кореляційного зв'язку між оцінними показниками стеблостою як результативними ознаками і його густотою  $\Gamma_{\text{ст}}$  (шт./м<sup>2</sup>), прогностичні функції (модельні рівняння регресії результативних ознак на густоту стеблостою) і оцінювання впливу густоти стеблостою на результативну ознаку

№ з/п	Результативна ознака	Розмір вибірки	Коефіцієнт кореляції (чисельник) і кореляційне відношення (знаменник)	Прогностична функція (чисельник) і рівняння регресії (знаменник)	R <sup>2</sup> -коефіцієнт (чисельник) і показник оцінювання вирівнювання $\lambda_{\text{вб}}$ (знаменник)	Помилка рівняння регресії $S_y$ (чисельник) і коефіцієнт детермінації $K_d$ (знаменник)
1	Частка непродуктивних стебел в стеблості $\chi_{\text{нс}}$ , %	85	$\frac{0,177}{0,291}$	<u>Зростаюча гіпербола</u> $\chi_{\text{нс}} = 36,6 - 12510,5 / \Gamma_{\text{ст}}$	$\frac{0,707}{0,120}$	$\frac{19,1}{0,085}$
2	Коробочність $K_{\text{ст}}$ стеблостою	85	$\frac{-0,520}{0,600}$	<u>Спадна гіпербола</u> $K_{\text{ст}} = 0,26 + 1943 / \Gamma_{\text{ст}}$	$\frac{0,966}{0,099}$	$\frac{1,10}{0,360}$
3	Середнє квадратичне відхилення коробочності стеблостою $\sigma_{\text{кк}}$	85	$\frac{-0,716}{0,943}$	<u>Спадна гіпербола</u> $\sigma_{\text{кк}} = 0,044 + 1313,43 / \Gamma_{\text{ст}}$	$\frac{0,890}{0,250}$	$\frac{0,19}{0,889}$
4	Коефіцієнт варіації висоти стебел $v_h$ , %	85	$\frac{-0,185}{0,236}$	<u>Спадна гіпербола</u> $v_h = 10,61 + 3406,92 / \Gamma_{\text{ст}}$	$\frac{0,903}{0,039}$	$\frac{4,18}{0,056}$
5	Коефіцієнт варіації діаметра стебел $v_d$ , %	85	$\frac{-0,019}{0,238}$	<u>Спадна гіпербола</u> $v_d = 21,25 + 2553 / \Gamma_{\text{ст}}$	$\frac{0,698}{0,030}$	$\frac{4,80}{0,057}$
6	Маса надземної частини рослин льону-довгунця з розгалуженням суцвіття і насіннєвими коробочками з насінням $m_{\text{рк}}$ , г	104	$\frac{-0,235}{0,685}$	<u>Спадна гіпербола</u> $m_{\text{рк}} = 0,545 + 244,271 / \Gamma_{\text{ст}}$	$\frac{0,189}{0,090}$	$\frac{0,167}{0,469}$
7	Маса очисаного стебла без розгалужень суцвіття $m_c$ , г	500	–	<u>Спадна експонента</u> $m_c = 0,0624 \exp(1,17 + 693,29 / \Gamma_{\text{ст}})$	–	–
8	Маса насіння на стеблі $m_{\text{нс}}$ , г	7	$\frac{-0,646}{0,975}$	<u>Спадна гіпербола</u> $m_{\text{нс}} = 0,029 + 98,93 / \Gamma_{\text{ст}}$	$\frac{0,951}{0,196}$	$\frac{0,081}{0,951}$

За цим же коефіцієнтом густота стеблостою майже на 47 та 95% визначає варіювання відповідно маси надземної частини рослин льону-довгунця з розгалуженням суцвіття і насіннєвими коробочками з насінням та маси насіння на стеблі.

За експериментально-розрахунковим методом зміна маси очисаного стебла залежно від густоти стеблостою описується спадною увігнутою з поступовим затухаючим сповільненням експоненціальною функцією, рівняння якої наведено в табл. 3. Графічна інтерпретація зміни досліджених параметрів стеблостою залежно від його густоти перед збиранням наведена на рис. 1,б. При цьому побудова відповідних кривих здійснена за рівняннями, що наведені в табл. 3.

З рис. 1,б видно, що зміна частки непродуктивних стебел в стеблості залежно від  $\Gamma_{\text{ст}}$  зростає спочатку прискорено і сягає майже найбільшого значення при густоті стеблостою 2368 шт./м<sup>2</sup>. Потім темп її зростання різко знижується і в подальшому припиняється. Отже, в міру загушення стеблостою  $\chi_{\text{нс}}$  зростає з поступовим зниженням інтенсивності зростання. Ця інтенсивність значно знижується з підвищенням  $\Gamma_{\text{ст}}$  понад 2000 шт./м<sup>2</sup>.

З графіка зміни коробочності стеблостою залежно від  $\Gamma_{\text{ст}}$  видно, що із збільшенням густоти стеблостою понад 1800–2000 шт./м<sup>2</sup> зміна коробочності сумірна із значенням помилки рівняння регресії. Найбільш інтенсивно зменшується коробочність при збільшенні  $\Gamma_{\text{ст}}$  до 2368 шт./м<sup>2</sup>. Подальше збільшення  $\Gamma_{\text{ст}}$  призводить до сповільненого і неістотного зменшення коробочності. За найменшого значення  $\Gamma_{\text{ст}}$  розподіл його коробочності охоплює весь діапазон її зміни. Із збільшенням  $\Gamma_{\text{ст}}$  діапазон зміни коробочності звужується і у найбільш загущеному стеблості розміщений в межах однієї статистичної групи. Отже, у міру збільшення  $\Gamma_{\text{ст}}$  коливання коробочності навколо середнього зваженого стабілізуються і стають зосередженими в межах однієї статистичної групи за розподілом цієї ознаки стебел. Інакше, із загушенням стеблостою середнє квадратичне відхилення коробочності зменшується і це зменшення відбувається за законом спадної гіперболи. Здійснена перевірка однорідності дисперсій коробочності за різної  $\Gamma_{\text{ст}}$  з використанням критерію Бартлета засвідчила про значущість їх різниці в різних вибірках густоти стеблостою. Крім того, за  $F$ -



критерієм здійснена оцінка значущості мінливості сукупностей коробочності, що характерні для стеблостою різної густоти. Із загущенням стеблостою понад 1801 шт./м<sup>2</sup> як видно із рисунків коробочність стеблостою і середнє квадратичне відхилення коробочності зменшуються, але це зменшення знаходиться в межах помилки рівнянь регресії. В рівнянні зміни  $K_{CT}$  залежно від  $\Gamma_{CT}$  перший член являє асимптоту, до якої наближається коробочність стеблостою в міру загущення до визначеної величини. Формування такої  $\Gamma_{CT}$  дозволить при використанні льонозбиральних комбайнів уможливити здійснення належного технологічного регулювання очісувального апарата з тим, щоб зменшити втрати насіння від недоочісування коробочок і відхід стебел в плутанину [45, 46].

На рис. 1,б наведені середньогрупові значення густоти стеблостою та відповідні цим значенням середні значення коефіцієнтів варіації висоти  $v_h$  і діаметра  $v_d$  стебел, що одержані в результаті групування 85 пар досліджуваних ознак. На цьому ж рисунку вказані криві  $v_h$  і  $v_d$ , що побудовані за рівняннями гіпербол, які наведені в табл. 3. Перші члени гіперболічних кривих (4) і (5), що наведені в табл. 3 і дорівнюють відповідно 10,61 і 21,25, це асимптоти рівнянь гіпербол. Ці асимптоти характеризують межі зниження коефіцієнтів варіації висоти і діаметра стебел за рахунок густоти стеблостою. За цими асимптотами такими межами є для коефіцієнта варіації висоти 11%, а для коефіцієнта варіації діаметра – 21%.

Між коефіцієнтом варіації діаметра стебел  $v_d$  і коефіцієнтом варіації їхньої висоти  $v_h$  виявлений  $v_d$  кореляційний зв'язок, який характеризується додатним коефіцієнтом кореляції 0,484 та кореляційним відношенням 0,569.

Рівняння, яке апроксимує кількісну зміну коефіцієнта варіації діаметра стебел  $v_d$  (%) залежно від коефіцієнта варіації їх висоти  $v_h$  (%), що одержані шляхом опрацювання відповідних експериментальних даних, після визначення сталих має вигляд:

$$v_d = 20,988 - 8,775 / (v_h - 16,33) \quad (9)$$

при  $r = 0,484$ ;  $\eta = 0,569$ ;  $R^2 = 0,945$ ;  $\lambda_{пв} = 0,046$ ;  $S_y = 3,7\%$  ц/га і  $k_d = 0,324$ .

За значенням відношення  $\lambda_{пв} = 0,046$  вирівнювання експериментальних значень  $v_d$  кривою, що описується залежністю (9), задовільно їх апроксимує. За значенням помилки рівняння (9) в розрахунок його параметрів увійшли всі середньозважені значення  $v_h$ , які відповідали певним середньогруповим значенням  $v_h$ , що вказані будуть нижче на рис. 2. Коефіцієнт детермінації  $k_d = 0,324$  свідчить, що 32% варіації значень  $v_d$  причинно зумовлено варіацією  $v_h$ .

Полігони і нормальні криві розподілів коефіцієнтів варіації висоти  $v_h$  (а) і діаметра  $v_d$  (б) стебел та графічна зміна (в)  $v_d$  залежно від  $v_h$  наведені на рис. 2.

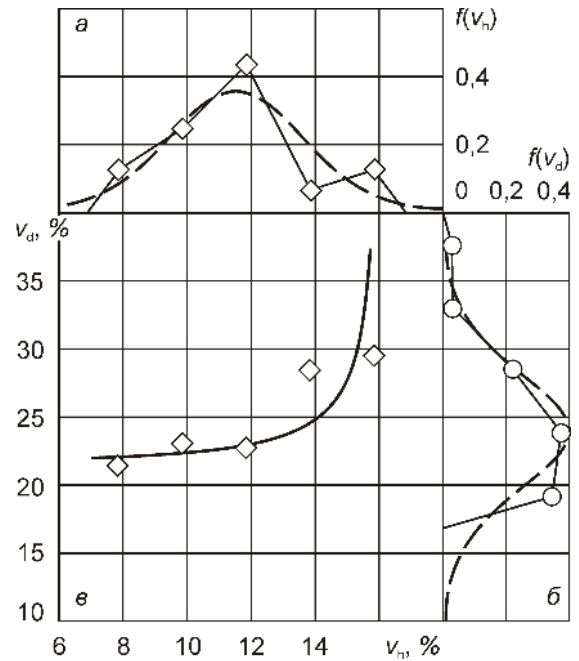


Рис. 2. Полігони і нормальні криві розподілів коефіцієнтів варіації висоти  $v_h$  (а) і діаметра  $v_d$  (б) стебел та вплив (в) коефіцієнта варіації висоти стебел на зміну коефіцієнта варіації їх діаметра

Аналіз кривої зміни  $v_d$  залежно від  $v_h$  показує, що із збільшенням  $v_h$  від 9 до 12%  $v_d$  зростає майже прямолінійно від значення дуже наближеного до 22% до значення, що дорівнює майже 23%. З подальшим підвищенням  $v_h$  значення  $v_d$  починає різко зростати і за  $v_h = 14\%$  становить майже 28%. Отже, із збільшенням мінливості вирівняності стебел по висоті за коефіцієнтом варіації висоти стебел понад 12% починає різко зростати мінливість вирівняності стебел за діаметром (товщиною).

З характеру поведінки кривих  $v_h$  і  $v_d$  видно, що з підвищенням густоти стеблостою понад 2000 шт./м<sup>2</sup> коефіцієнти варіації висоти і діаметра стебел продовжують зменшуватися, але неістотно і сягають своїх асимптотичних значень. За вказаної густоти формуються стебла з морфологічними ознаками, за яких можна досягти віддачі від регулювань висоти брання та очісувального апарата щодо з'ясування зони його діяння на стебла і зони розміщення насінневих коробочок в шарі стебел, які поступають на очісування [47].

Отже, формуванням відповідної густоти стеблостою можна забезпечити не тільки урожайність льону-довгунця, але і умови здійснення належного технологічного налагодження льонозбиральних комбайнів [24].

Для масового оцінювання насіннесоломистої льонопродукції, що поступає при бранні льону-довгунця в комбайн, варто знати масу надземної

частини рослин з урахуванням розгалужень суцвіття та насінневих коробочок з насінням [28]. За експериментальними даними Л.Д. Фоменка [11–13] опрацьоване кореляційне поле «маса надземної частини рослин льону-довгунця  $m_{рк}$  – густина стеблостою перед збиранням  $\Gamma_{ст}$  (шт./м<sup>2</sup>)», що включало 104 пари досліджуваних ознак і наведене на рис. 1,б. Між  $m_{рк}$  і  $\Gamma_{ст}$  виявлений від'ємний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції мінус 0,225 за кореляційного відношення  $m_{рк}$  по  $\Gamma_{ст}$  0,685 (табл. 3). Порівняння визначених показників кореляційного зв'язку дає підставу стверджувати, що з підвищенням  $\Gamma_{ст}$   $m_{рк}$  зменшується за криволінійною залежністю. Вважаємо, що зміну  $m_{рк}$  залежно від  $\Gamma_{ст}$  доцільно апроксимувати спадною гіперболою, рівняння якої з визначеним  $R^2$ -коефіцієнтом наведені в табл. 3. В цій же таблиці наведені показники оцінювання вирівнювання експериментальних значень  $m_{рк}$  з'ясованим рівнянням гіперболи та помилка цього рівняння і значення коефіцієнта детермінації, що оцінює вплив  $\Gamma_{ст}$  на  $m_{рк}$ .

Для забезпечення одних з найменших значень маси рослин, за якої формується стеблостій з бажаними висотою і діаметром стебел [25, 29], густина стеблостою має бути в межах 2000 шт./м<sup>2</sup>. З використанням маси надземної частини рослин льону-довгунця з розгалуженням суцвіття та насінневими коробочками з насінням ведуть розрахунок секундної подачі насіннесоломистої льонопродукції (плянної маси) в комбайн  $q_c$  (кг/с):

$$q_c = m_{рк} \Gamma_{ст} B_p v_p / 3600, \quad (10)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату льонозбирального комбайна, м;  $v_p$  – робоча швидкість руху льонозбирального комбайна, км/год.

При використанні льонозбиральних комбайнів як засобів, що розстилають стебла льоносоломи при готуванні рошенцевої льонотрести, слід знати і масу очісаного стебла без розгалужень суцвіття  $m_c$  (г). При цьому масу соломи, яку розстилають на полі  $u_{тс}$  (т/га), визначають за формулою:

$$u_{тс} = 10 m_c B_p \Gamma_{ст} / (h_c p_c), \quad (11)$$

де  $m_c$  – маса очісаного стебла льону-довгунця, г;  $h_c$  – висота стебла, мм;  $p_c$  – розтягнутість стрічки розстеленої льоносоломи, раз.

За дослідженою зміною маси стебла залежно від його висоти і діаметра [25–27] та висоти і діаметра стебла від густоти стеблостою [21, 29] пропонуємо масу очісаного без розгалуження суцвіття стебла описати спадною увігнутою з поступовим затухаючим сповільненням експоненціальною функцією [28]. Рівняння цієї функції наведено в табл. 3, а її графічне подання представлено на рис. 1,б. З графіка цієї функції простежується, що

вона подібна на спадну гіперболу.

За залежністю (3) з використанням інформації, що наведена у праці В. Э. Земит [15], здійснені розрахунки з визначення маси насіння на одному стеблі льону-довгунця сорту 806з. Результати розрахунків наведені в табл. 3 і на рис. 1,б. При цьому за зміни  $\Gamma_{ст}$  від 100 до 10000 шт./м<sup>2</sup> число насінин на одній рослині і абсолютна маса насіння зменшувалися відповідно від 192,3 до 1,8 і від 4,95 до 3,38 г.

За формулою (2) з використанням даних [44] при урожайності насіння льону-довгунця сорту Томський 10 3,82 ц/га та густоти стеблостою перед збиранням 2516 шт./м<sup>2</sup> маса насіння на одному стеблі могла становити 0,015 г. При урожайності насіння льону-довгунця Світоч 4,52 ц/га і  $\Gamma_{ст} = 2245$  шт./м<sup>2</sup>  $m_{нс}$  могла б дорівнювати 0,020 г. Як бачимо наведені значення  $m_{нс}$  збігаються з даними табл. 2, де наведена інформація про масу насіння на одному стеблі з використанням вихідних даних Л.Д. Фоменка [11–13].

#### Висновки.

За коефіцієнтами детермінації густина стеблостою льону-довгунця перед збиранням серед низки можливих факторів впливу залежно від досліджуваних показників продуктивності льону-довгунця і параметрів його стеблостою в передзбиральний період на 4–95% причинно зумовлює варіацію цих оцінних показників урожаю. Зміна урожайності насіння і соломи льону-довгунця та номера довгого волокна залежно від густоти стеблостою описується випуклими параболою другого порядку, вирівняності стеблостою і частки непродуктивних стебел в ньому – зростаючими гіперболами, маси очісаного стебла – спадною увігнутою з поступовим затухаючим сповільненням експоненціальною функцією, а решти досліджуваних параметрів стеблостою залежно від його густоти перед збиранням – спадними гіперболами.

Урожайність насіння і соломи та номер довгого волокна максимізуються за густоти стеблостою, що осереднено і з урахуванням помилок рівнянь регресії урожайності льону-довгунця і якості волокнистої складової урожаю, становить 2500 шт./м<sup>2</sup>. За густоти стеблостою 2500 шт./м<sup>2</sup> і більше його вирівняність сягає значень, що уможливорює належне використання льонозбиральних комбайнів. З підвищенням густоти стеблостою понад 2500 шт./м<sup>2</sup> його вирівняність за висотою рослин зростає надто сповільнено, сягаючи асимптотичного значення 100%. Інтенсивність зміни решти досліджених параметрів стеблостою з підвищенням його густоти перед збиранням понад 2000–2500 шт./м<sup>2</sup> значно уповільнюється.

Виробництво рошенцевої льонотрести супроводжується розстиланням стебел соломи в стрічку, її обертанням, ворушінням, зпушуванням, здвоюванням та підніманням стрічки і

формуванням відповідних упаковок виготовленої трести. Використання засобів механізації на виконанні зазначених операцій зумовлено продуктивністю льону-довгунця та параметрами його стеблостою, що залежать від густоти стояння рослин при збиранні культури.

З урахуванням обертання напіввилежаної трести показники якості інструментальної оцінки волокна приймають належне значення ще за цільності розстелених стрічок, що може становити 4000 шт. стебел на 1 погонний м [48]. Це значення щільності слід вважати граничним при готуванні рошенцевої трести. За його величиною можна дійти висновку щодо густоти стеблостою перед збиранням. За умови використання льонозбирального комбайна на три секції густоти стеблостою може становити близько 3500 шт./м<sup>2</sup> [29]. Проте, за такої густоти за прогнозними оцінками [49, 50] вилягання стеблостою може сягати значень, що унеможливають механізоване брання льону-довгунця, а, отже, і механізоване готування рошенцевої льонотрести.

**Напрямок подальших розвідок** на нашу думку слід зосередити на дослідженні стану стеблостою льону-довгунця перед збиранням як умови використання машин при готуванні і збиранні рошенцевої трести.

#### Література:

1. Лузан Ю.Я., Нелеп В.М., Головня О.М. Криза льонарства та шляхи її подолання. *Економіка АПК*. 2008. № 3. С. 38–45.
2. Нелеп В.М., Головня О.М., Романюк О.В., Дейнека О.А. Технологічні аспекти відродження льонарства в Україні. *Агроінком*. 2008. № 11–12. С. 27–30.
3. Приймачук Т.Ю., Штанько Т.А., Ковальов В.Б. Розвиток галузі льонарства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 7. С. 68–75.
4. Митрофанов А.С. Полевые опыты и их результаты за 1925 год в связи с результатами прежних лет. *Труды Волоколамского опытного поля*. Изд-во Земельного отдела Московского Совета рабоче-крестьянских и красноармейских депутатов, 1926. Вып. 3. С. 22–62.
5. Мирончук В.П., Дрозд О.М. Урожайність льону-довгунця залежно від мінеральних добрив. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 4. С. 37–38.
6. Волянский Б.В. Об этом стоит подумать. *Лен и конопля*. 1972. № 2. С. 20–22.
7. Жужикова З.М. Нормы высева и способы посева районированных сортов льна-долгунца. *Труды Всесоюзного НИИ льна*. Москва: Изд-ие МСХ СССР, 1960. Вып. 6. С. 64–78.
8. Соловьев А.Я. Нормы высева семян льна сорта Л-1120. *Лен и конопля*. 1972. № 8. С. 28–29.
9. Стеценко В.А., Петраш В.Г., Хилевич В.С.

Снижение заражаемости льна болезнями. *Лен и конопля*. 1972. № 1. С. 24–25.

10. Худик Я.Г. О нормах высева семян льна-долгунца в горных районах Карпат. *Труды Всесоюзного НИИ льна*. Москва: Московский рабочий, 1969. Вып. 7. С. 271–282.
11. Фоменко Л.Д. Вирівняний льон. Київ: Урожай, 1967. 128 с.
12. Фоменко Л.Д. Льонарство на осушених і низинних землях. Київ: Урожай, 1974. 160 с.
13. Фоменко Л.Д. Производство льна на осушенных землях. Москва: Колос, 1982. 143 с.
14. Фоменко Л.Д., Струков А.В. Индустриальная технология производства льносырья. Ленинград: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. 104 с.
15. Земит В.Э. Влияние густоты посева на продуктивность льна-долгунца. *Вестник сельскохозяйственной науки: технические культуры*. Москва: Сельхозгиз, 1940. Вып. 3. С. 72–75.
16. Лімонт А.С. Параметри льонозбирального комбайна й густота стеблостою та врожайність льону-довгунця. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*. Житомир, 2011. № 2. Т. 1. (29). С. 209–221.
17. Лімонт А.С. Вплив передзбиральної густоти стеблостою льону-довгунця на якість волокна. *Вісник Державного агроєкологічного університету*. Житомир, 2003. № 1. С. 215–220.
18. Горбовий А.Ю., Лімонт А.С. Густота і вирівняність стеблостою льону-довгунця як складові технологічного регламенту механізованого збирання. *Зб. наук. праць Національного аграрного університету. Механізація сільськогосподарського виробництва*. Київ: Видавничий центр НАУ, 2003. Т. XV. С. 428–432.
19. Лімонт А.С. Вплив передзбиральної густоти стеблостою льону-довгунця на вирівняність рослин. *Вісник Державного агроєкологічного університету*. Житомир, 2005. № 1. С. 196–200.
20. Limont A.S. The haulm stand leveling as a factor of employment of flax harvesting combines and dew retting of flax straw. *European Applied Sciences. Europäische Fachhochschule*. 2014. No 9. P. 66–70.
21. Лімонт А.С. Щільність фітоценозу та прогнозування продуктивності льону-довгунця. *Вісник ДВНЗ «Державного агроєкологічного університету»*. Житомир, 2007. № 1. С. 164–170.
22. Лімонт А.С. Фактори вирівняності стеблостою і первинна переробка льону-довгунця. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Механізація сільськогосподарського виробництва та переробка сільськогосподарської продукції*. Харків, 2010. Вып. 103. С. 420–425.
23. Лімонт А.С. Використання льонозбиральних комбайнів у залежності від коробочності та густоти стеблостою льону-довгунця. *Біоресурси і при-*



родокористування. 2011. Т. 3. № 1–2. С. 158–164.

24. Лімонт А.С. Технологічні регулювання льонозбирального комбайна і статистичне оцінювання стеблостою льону-довгунця. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2010. № 2 (27). С. 146–157.

25. Лімонт А.С., Ломакін В.О. Масово-розмірна характеристика стебел льону-довгунця як фактор використання льонозбиральних комбайнів. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. Дніпропетровськ, 2009. № 2. С. 21–27.

26. Лімонт А.С. Елементи технологічного процесу льонозбирального комбайна і характеристики стебел льону-довгунця. *Біоресурси і природокористування*. 2010. Т. 2. № 1–2. С. 127–132.

27. Лімонт А. Розміри і маса стебел льону-довгунця та готування рошенцевої льонотрести. *Техніка і технології АПК*. 2015. № 4 (67). С. 31–34.

28. Лімонт А. Передумови до обґрунтування швидкості руху льонозбирального комбайнового агрегату. *Техніка і технології АПК*. 2012. № 11 (38). С. 14–18.

29. Лімонт А. Техніко-технологічні основи передзбиральної густоти стеблостою льону-довгунця і готування рошенцевої льонотрести. *Техніка і технології АПК*. 2015. № 9 (72). С. 25–30.

30. Дмитриев Е.А. Математическая статистика: учеб. пособ. Москва: Изд-во Москов. ун-та, 1972. 292 с.

31. Рыжов П.А. Математическая статистика в горном деле: [учеб. пособ. для студ. вузов по спец. «Маркшейдерское дело»] Москва: Высшая школа, 1973. 287 с.

32. Герасимович А.И. Математическая статистика: [учеб. пособ. для инж.-техн. и эконом. спец. вузов]. Минск: Вышэйшая школа, 1983. 279 с.

33. Методика статистической обработки эмпирических данных: РТМ 44–62. Москва: Изд-во стандартов, 1966. 100 с.

34. Уланова Е.С., Забелин В.Н. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии: монография. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1990. 208 с.

35. Плотников А. Высокий урожай семян льна и загущенные посевы. *Лен и конопля*. 1940. № 5. С. 52–53.

36. Шаронов А.Г. Знатний майстер льонарства Житомирщини Ольга Харитонівна Заїка. [Житомир]: Житомир. обл. газетне вид-во, 1951. 32 с.

37. Шрейдер М.Н. К вопросу определения оптимальной производительности ворохоразделывательной машины. *Труды Всесоюзного ордена Трудового Красного Знамени НИИ льна*. Москва: Московский рабочий, 1969. Вып. 7. С. 392–407.

38. Рожмина Т.А., Понажев В.П., Поздняков Б.А. Современное состояние льняного комплекса и перспективы его инновационного

развития. *Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе: научные труды Всероссийского НИИ механизации льноводства (ВНИИМЛ)*. Тверь, 2014. С. 14–21.

39. Українська Радянська Енциклопедія / Головна редакційна колегія; гол. ред. і голова редколегії М.П. Бажан. Київ: Головна редакція Української Радянської Енциклопедії, 1979. Т. 4. С. 161.

40. Бачялис К. Устойчивость сортов льна против полегания. *Лен и конопля*. 1974. № 9. С. 24–25.

41. Limont A.S. The influence of the haulm stand density on flax lodging and preparation of dew retted flax straw. *European Applied Sciences. Europäische Fachhochschule*. 2014. No 8. P. 41–45.

42. Поздняков Б.А., Ковалев М.М. Организационно-экономические аспекты технологизации льняного комплекса: монография. Тверь: ГУПТО Тверская областная типография, 2006. 208 с.

43. Шейченко В.О., Хайліс Г.А. Теорія і розрахунок апаратів для підбирання і обертання: монографія. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2014. 240 с.

44. Городній М.Г., Кукса М.Б., Шевчук О.Я. Вплив густоти посіву на врожай та якість волокна льону-довгунця сорту Томський 10. *Агробіологічні основи підвищення врожайності сільськогосподарських культур*. Наукові праці УСГА. Київ, 1971. Вип. 37. С. 95–97.

45. Лімонт А.С. Закономірності втрат насіння при очісуванні стебел в льонозбиральному комбайні: *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Механізація сільськогосподарського виробництва*. Харків, 2011. Вип. 107. Т. 1. С. 221–229.

46. Лімонт А.С. Закономірності відходу стебел в плутанину при збиранні льону-довгунця комбайнами. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. Зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. Кіровоград, 2011. Вип. 24. Ч. 1. С. 22–29.

47. Лімонт А.С. Швидкість руху агрегату і висота брання льону-довгунця як фактори якості очісування стебел комбайном. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. Зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. Кіровоград, 2010. Вип. 23. С. 333–338.

48. Limont A.S. Strip turning round and prediction of the quality of dew-retted flax straw fiber considering the density of straw spread. *European Applied Sciences. Europäische Fachhochschule*. 2014. No 12. P. 73–78.

49. Лімонт А.С. Прогнозування вилягання рослин як функції густоти стеблостою льону-довгунця з урахуванням якості волокна. *Вісник*



Державного агроекологічного університету. Житомир, 2006. № 1 (16). С. 126–138.

50. Limont A.S. The influence of the haulm stand density on flax lodging and preparation of dew-retted flax straw. *European Applied Sciences. Europäische Fachhochschule*. 2014. No 8. P. 41–45.

### References

1. Luzan Yu.Ya., Nelep V.M., Holovnia O.M. Kryza lonarstva ta shliakhy yii podolannia. *Ekonomika APK*. 2008. № 3. S. 38–45.

2. Nelep V.M., Holovnia O.M., Romaniuk O.V., Deineka O.A. Tekhnolohichni aspekty vidrozhennia lonarstva v Ukraini. *Ahroikom*. 2008. № 11–12. S. 27–30.

3. Prymachuk T.Yu., Shtanko T.A., Kovalov V.B. Rozvytok haluzi lonarstva v Ukraini. *Visnyk ahrarynoi nauky*. 2017. № 7. S. 68–75.

4. Mitrofanov A.S. Polevye opyty i ikh rezul'taty za 1925 god v svyazi s rezul'tatami prezhnikh let. *Trudy Volokolamskogo opytnogo polya. Izd-vo Zemel'nogo otdela Moskovskogo Soveta rabochekrest'yanskikh i krasnoarmeyskikh deputatov*, 1926. Vyp. 3. S. 22–62.

5. Myronchuk V.P., Drozd O.M. Urozhainist lonu-dovhuntsia zalezno vid mineralnykh dobryv. *Visnyk ahrarynoi nauky*. 2011. № 4. S. 37–38.

6. Volyanskiy B.V. Ob etom stoit podumat'. *Len i konoplya*. 1972. № 2. S. 20–22.

7. Zhuzhikova Z.M. Normy vyseva i sposoby poseva rayonirovannykh sortov l'na-dolguntsa. *Trudy Vsesoyuznogo NII l'na. Moskva: Izd-ie MSKh SSSR*, 1960. Vyp. 6. S. 64–78.

8. Solov'ev A.Ya. Normy vyseva semyan l'na sorta L-1120. *Len i konoplya*. 1972. № 8. S. 28–29.

9. Stetsenko V.A., Petrash V.G., Khilevich V.S. Snizhenie zarazhaemosti l'na boleznyami. *Len i konoplya*. 1972. № 1. S. 24–25.

10. Khudik Ya.G. O normakh vyseva semyan l'na-dolguntsa v gornykh rayonakh Karpat. *Trudy Vsesoyuznogo NII l'na. Moskva: Moskovskiy rabochiy*, 1969. Vyp. 7. S. 271–282.

11. Fomenko L.D. Vyrivniani lon. *Kyiv: Urozhai*, 1967. 128 s.

12. Fomenko L.D. Lonarstvo na osushenykh i nyznynykh zemliakh. *Kyiv: Urozhai*, 1974. 160 s.

13. Fomenko L.D. Proizvodstvo l'na na osushennykh zemlyakh. *Moskva: Kolos*, 1982. 143 s.

14. Fomenko L.D., Strukov A.V. Industrial'naya tekhnologiya proizvodstva l'nosyr'ya. *Leningrad: Agropromizdat, Leningr. otd-nie*, 1987. 104 s.

15. Zemit V.E. Vliyanie gustoty poseva na produktivnost' l'na-dolguntsa. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki: tekhnicheskie kul'tury*. Moskva: Sel'khogiz, 1940. Vyp. 3. S. 72–75.

16. Limont A.S. Parametry lonozbyralnogo kombaina y hustota steblostoiu ta vrozhaunist lonu-

dovhuntsia. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnogo ahroekolohichnogo universytetu*. Zhytomyr, 2011. № 2. T. 1. (29). S. 209–221.

17. Limont A.S. Vplyv peredzbyralnoi hustoty steblostoiu lonu-dovhuntsia na yakist volokna. *Visnyk Derzhavnoho ahroekolohichnogo universytetu*. Zhytomyr, 2003. № 1. S. 215–220.

18. Horbovyi A.Yu., Limont A.S. Hustota i vyrivnianist steblostoiu lonu-dovhuntsia yak skladovi tekhnolohichnogo rehlementu mekhanizovanoho zbyrannia. *Zb. nauk. prats Natsionalnogo ahrarynogo universytetu. Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva*. Kyiv: Vydavnychiy tsentr NAU, 2003. T. XV. S. 428–432.

19. Limont A.S. Vplyv peredzbyralnoi hustoty steblostoiu lonu-dovhuntsia na vyrivnianist roslyn. *Visnyk Derzhavnoho ahroekolohichnogo universytetu*. Zhytomyr, 2005. № 1. S. 196–200.

20. Limont A.S. The haulm stand leveling as a factor of employment of flax harvesting combines and dew retting of flax straw. *European Applied Sciences. Europäische Fachhochschule*. 2014. №9. P. 66–70.

21. Limont A.S. Shchilnist fitosenozu ta prohnozuvannia produktyvnosti lonu-dovhuntsia. *Visnyk DVNZ «Derzhavnoho ahroekolohichnogo universytetu»*. Zhytomyr, 2007. № 1. S. 164–170.

22. Limont A.S. Faktory vyrivnianosti steblostoiu i pervynna pererobka lonu-dovhuntsia. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnogo tekhnichnogo universytetu silskoho hospodarstva im. Petra Vasylenka. Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva ta pererobka silskohospodarskoi produktsii*. Kharkiv, 2010. Vyp. 103. S. 420–425.

23. Limont A.S. Vykorystannia lonozbyralnykh kombainiv u zalezhnosti vid korobochnosti ta hustoty steblostoiu lonu-dovhuntsia. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2011. T. 3. № 1–2. S. 158–164.

24. Limont A.S. Tekhnolohichni rehuliuвання lonozbyralnogo kombaina i statystychno otsiniuvannia steblostoiu lonu-dovhuntsia. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnogo ahroekolohichnogo universytetu*. Zhytomyr, 2010. № 2 (27). S. 146–157.

25. Limont A.S., Lomakin V.O. Masovo-rozmirna kharakterystyka stebel lonu-dovhuntsia yak faktor vykorystannia lonozbyralnykh kombainiv. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarynogo universytetu*. Dnipropetrovsk, 2009. № 2. S. 21–27.

26. Limont A.S. Elementy tekhnolohichnogo protsesu lonozbyralnogo kombaina i kharakterystyky stebel lonu-dovhuntsia. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2010. T. 2. № 1–2. P. 127–132.

27. Limont A. Rozmiry i masa stebel lonu-dovhuntsia ta hotuvannia roshentsevoi lonotresty. *Tekhnika i tekhnolohii APK*. 2015. № 4 (67). S. 31–34.

28. Limont A. Peredumovy do obgruntuvannia shvydkosti rukhu lonozbyralnogo kombainovoho ahrehatu. *Tekhnika i tekhnolohii APK*. 2012. № 11 (38). P. 14–18.

29. Limont A. Tekhniko-tehnologichni osnovy peredzbyralnoi hustoty steblostoiu lonu-dovhuntsia i hotuvannia roshentsevoi lonotresty. Tekhnika i tekhnologii APK. 2015. № 9 (72). S. 25–30.

30. Dmitriev E.A. Matematicheskaya statistika: ucheb. posob. Moskva: Izd-vo Moskov. un-ta, 1972. 292 s.

31. Ryzhov P.A. Matematicheskaya statistika v gornom dele: [ucheb. posob. dlya stud. vuzov po spets. «Marksheyderskoe delo»] Moskva: Vysshaya shkola, 1973. 287 s.

32. Gerasimovich A.I. Matematicheskaya statistika: [ucheb. posob. dlya inzh.-tekhn. i ekonom. spets. vtuzov]. Minsk: Vysheyshaya shkola, 1983. 279 s.

33. Metodika statisticheskoy obrabotki empiricheskikh dannykh: RTM 44–62. Moskva: Izd-vo standartov, 1966. 100 s.

34. Ulanova E.S., Zabelin V.N. Metody korrelyatsionnogo i regressionnogo analiza v agrometeorologii: monografiya. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1990. 208 s.

35. Plotnikov A. Vysokiy urozhay semyan l'na i zagushchennye posevy. Len i konoplya. 1940. № 5. S. 52–53.

36. Sharonov A.H. Znatnyi maister lonarstva Zhytomyrshchyny Olha Kharytonivna Zaika. [Zhytomyr]: Zhytomyr. obl. hazetne vyd-vo, 1951. 32 s.

37. Shreyder M.N. K voprosu opredeleniya optimal'noy proizvoditel'nosti vorokhorazdelyvatel'noy mashiny. Trudy Vsesoyuznogo ordena Trudovogo Krasnogo Znameni NII l'na. Moskva: Moskovskiy rabochiy, 1969. Vyp. 7. S. 392–407.

38. Rozhmina T.A., Ponazhev V.P., Pozdnyakov B.A. Sovremennoe sostoyanie l'nyanogo kompleksa i perspektivy ego innovatsionnogo razvitiya. Mashinno-tehnologicheskaya modernizatsiya l'nyanogo agropromyshlennogo kompleksa na innovatsionnoy osnove: nauchnye trudy Vserossiyskogo NII mekhanizatsii l'novodstva (VNIIML). Tver', 2014. S. 14–21.

39. Ukrainska Radianska Entsyklopediia / Holovna redaktsiina kolehiia; hol. red. i holova redkolehii M.P. Bazhan. Kyiv: Holovna redaktsiia Ukrainkoi Radianskoi Entsyklopedii, 1979. T. 4. S. 161.

40. Bachyalis K. Ustoychivost' sortov l'na protiv poleganiya. Len i konoplya. 1974. № 9. S. 24–25.

41. Limont A.S. The influence of the haulm stand density on flax lodging and preparation of dew retted flax straw. *European Applied Sciences. Europäische Fachhochschule*. 2014. No 8. P. 41–45.

Fachhochschule. 2014. No 8. P. 41–45.

42. Pozdnyakov B.A., Kovalev M.M. Organizatsionno-ekonomicheskie aspekty tekhnologizatsii l'nyanogo kompleksa: monografiya. Tver': GUPTO Tverskaya oblastnaya tipografiya, 2006. 208 s.

43. Sheichenko V.O., Khailis H.A. Teoriia i rozrakhunok aparativ dlia pidbyrannia i obertannia: monografiia. Nizhyn: Vydavets PP Lysenko M.M., 2014. 240 s.

44. Horodnii M.H., Kuksa M.B., Shevchuk O.Ya. Vplyv hustoty posivu na vrozhai ta yakist volokna lonu-dovhuntsia sortu Tomskiy 10. Ahrobiologichni osnovy pidvyshchennia vrozhaivosti silskohospodarskykh kultur. Naukovi pratsi USHA. Kyiv, 1971. Vyp. 37. S. 95–97.

45. Limont A.S. Zakonomirnosti vtrat nasinnia pry ochisuvanni stebel v lonozbyralnomu kombaini: Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva im. Petra Vasylenka. Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva. Kharkiv, 2011. Vyp. 107. T. 1. S. 221–229.

46. Limont A.S. Zakonomirnosti vidkhodu stebel v plutanyu pry zbyranni lonu-dovhuntsia kombainamy. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia. Zb. nauk. prats Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Kirovohrad, 2011. Vyp. 24. Ch. 1. S. 22–29.

47. Limont A.S. Shvydkist rukhu ahrehatu i vysota brannia lonu-dovhuntsia yak faktory yakosti ochisuvannia stebel kombainom. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannia, avtomatyzatsiia. Zb. nauk. prats Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Kirovohrad, 2010. Vyp. 23. S. 333–338.

48. Limont A.S. Strip turning round and prediction of the quality of dew-retted flax straw fiber considering the density of straw spread. *European Applied Sciences. Europäische Fachhochschule*. 2014. No 12. P. 73–78.

49. Limont A.S. Prohnozuvannia vyliahannia roslyn yak funksiia hustoty steblostoiu lonu-dovhuntsia z urakhuvanniam yakosti volokna. Visnyk Derzhavnoho ahroekologichnoho universytetu. Zhytomyr, 2006. № 1 (16). S. 126–138.

50. Limont A.S. The influence of the haulm stand density on flax lodging and preparation of dew-retted flax straw. *European Applied Sciences. Europäische Fachhochschule*. 2014. No 8. P. 41–45.

## Аннотация

### Продуктивность и стеблестой льна-долгунца с учетом густоты стояния растений перед уборкой

А.С. Лимонт, З.А. Лимонт

Продуктивность и стеблестой льна-долгунца являются факторами выбора режимов работы льноуборочных комбайнов, а изменчивость и вариабельность морфологических признаков стеблей усложняет их технологическую наладку, а иногда делает невозможным применение средств механизации на приготовлении и уборке стланцевой льнотресты.

Продуктивность льна-долгунца оценена урожайностью семян и соломы культуры, номером длинного волокна, а стеблестой перед уборкой – его выровненностью, коробочностью и частью

непродуктивных стеблей в нем. Размерные характеристики стеблей оценены средним квадратическим отклонением и коэффициентами вариации соответствующих морфологических признаков.

Приведено изменение урожайности семян и соломы льна-долгунца, номера длинного волокна и выравненности стеблестоя в зависимости от густоты стояния растений перед уборкой. Это изменение представлено соответствующими графиками и корреляционно-регрессионными уравнениями. В зависимости от густоты стеблестоя изменение урожайности семян и соломы льна-долгунца, номера длинного волокна описано выпуклыми параболой второго порядка, а выравненность стеблестоя по высоте растений – замедленно возрастающей гиперболой. Определена оптимальная густота стеблестоя, которая максимизирует урожайность льнопродукции и качество волокнистой составляющей урожая льна-долгунца. Освещено влияние густоты стояния растений перед уборкой на изменение коробочности стеблестоя, части непродуктивных стеблей в нем, среднего квадратического отклонения коробочности, коэффициентов вариации высоты и диаметра стеблей. Исследовано изменение массы растений из разветвлениями соцветил, семенными коробочками из семенами, массы собственно очесаного стебля и семян на стебле в зависимости от густоты стояния растений. В зависимости от густоты стеблестоя изменение части непродуктивных стеблей в нем описывается замедленно возрастающей гиперболой, а остальные исследуемые признаки и их статистические показатели – уравнениями замедленно убывающих гипербол с определенными показателями этих гипербол. Показатели изменчивости размерных характеристик стеблей и стеблестоя могут быть использованы при определении и обосновании регулировок очесывающего аппарата комбайна.

**Ключевые слова:** лен-долгунец; урожайность; качество; стеблестой; густота; коробочность; стебель, изменчивость размеров; масса

#### Abstract

### The yielding capacity and plant stand of fiber flax with respect to the plant stand density before harvesting

A.S. Limont, Z.A. Limont

The fiber flax yielding capacity and plant stand prove to be the factors affecting the choice of the operation regimes of flax harvesters, whereas the changes and variability of morphological characters of stalks complicates their technological adjustment, thus making it impossible to use mechanization means under preparing and harvesting dew retted flax straw.

The yielding capacity of fiber flax is characterized by the crop seed and straw yield and long fiber count, as well as the plant stand before harvesting – by its equalization capacity, flax box formation character and the part of non-productive stalks in it. The dimensional characteristics of stalks are evaluated by the mean square deviations and the variation coefficients of the corresponding morphological characters.

The paper suggests the changes in the fiber flax seed and straw yielding capacity, in the count of long fiber and plant stand equalization depending on the plant stand density before harvesting. These changes are presented in the form of the corresponding graphs and correlation and regression equations. Depending on the plant stand density the change in the fiber flax seed and straw yielding capacity and the count of long fiber are described by the convex parabolas of the second order, and the equalization capacity of plant stand with respect to the plant height – by the gradually rising hyperbola. The author determines the optimal plant stand density that maximizes flax produce yielding capacity and the quality of fiber component of fiber flax yield.

The paper highlights the effects of the plant stand density before harvesting on the changes in the flax box formation capacity, the part of non-productive stalks in it, the mean square deviation of flax box formation, the coefficients of variation of height and diameter of stalks. The author investigates the changes in the mass of plants with ramified inflorescences, flax boxes with seeds and the mass of the hackled stalk and seed on the stalk depending on the stand density. Depending on the plant stand density the change in the part of non-productive stalks in it is described by the gradually rising hyperbola, and the rest of the investigated characters and their statistical indices – by the equations of gradually falling hyperbolas with specified parameters of these hyperbolas.

The indices of variability of the stalk and plant stand dimensional characters can be used for determining and substantiating adjustments in the combine hackling unit.

**Keywords:** fiber flax, yielding capacity, quality, plant stand, density, flax box formation capacity, stalk, variability of dimensions, mass

#### Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard

Limont, A. S. and Limont, Z. A. (2021). The yielding capacity and plant stand of fiber flax with respect to the plant stand density before harvesting. *Engineering of nature management*, (4(22), pp. 27 - 41.

Подано до редакції / Received: 21.09.2021