

УДК 633.521:631.171:65.015.13

А.С. Лімонт

к. т. н.

Державний агроекологічний університет

ПРОГНОЗУВАННЯ ВИЛЯГАННЯ РОСЛИН ЯК ФУНКЦІЇ ГУСТОТИ СТЕБЛОСТОЮ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ З УРАХУВАННЯМ ЯКОСТІ ВОЛОКНА

Узагальнені результати досліджень щодо впливу густоти стеблостою льону-довгунця перед збиранням на вилягання рослин. Визначено, що стійкість рослин до вилягання залежно від густоти стеблостою змінюється за законом нерівнобокої гіперболи. Виявлена зміна номера довгого волокна залежно від стійкості рослин до вилягання.

Постановка проблеми

Вилягання стеблостою льону-довгунця утруднює, а інколи унеможливує механізоване збирання урожаю, спричинює зниження урожайності волокна та погіршення його якості. На вилягання рослин впливає ціла низка окремих чинників – природна родючість ґрунту, сорт льону-довгунця, агротехніка його вирощування, норма висіву насіння, удобрення ґрунту, густина рослин перед збиранням, погодні умови та ін. Проте до цих пір не з'ясовані чіткі кількісні закономірності зміни стійкості рослин до вилягання залежно від впливаючих чинників. У пропонуваному повідомленні зроблена спроба з'ясувати деякі з питань цієї проблеми.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дослідники [1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 19, 20] вилягання льону-довгунця основні причини цього явища бачать у загущенні посівів, погодних умовах, сівбі на родючих і удобрених мінеральними добривами у відповідних дозах і співвідношення ґрунтах та висіві сортів, що схильні до вилягання. Так, В.В. Треніна [20] спостерігала часткове вилягання льону-довгунця сорту Світоч після зливових дощів на загущених посівах при сівбі з нормою висіву насіння 140...160 кг/га. За даними Б.К. Кармановського [8] у дощові роки на удобреному фоні загущення посівів до 29 млн. насінин на 1 га викликало найбільше вилягання льону-довгунця. На можливість вилягання рослин при сівбі льону-довгунця сортів И-7, Л-1120 і “Прядильщик” з підвищеними нормами висіву на ґрунтах із значним вмістом гумусу та окультурених вказувала і З.М. Жужікова (З.М. Семенова) [5, 15, 16].

П.К. Гудяліс, вивчаючи норми висіву 18, 21, 24 і 28 млн. насінин на 1 га льону-довгунця сорту Світоч, вказував, що після значних опадів в червні і липні у фазі бутонізації рослини вилягли. Потім дещо піднялись, але в період цвітіння знову вилягли і залишилися у такому стані до збирання. Урожай з перших трьох варіантів ледве зібрали льонобралками, а з

четвертого – збирали вручну. При цьому номер соломи був оцінений по-варіантно: 1,29; 1,40; 1,20 та 0,81 [3].

У дослідах М.І. Афоніна і М.В. Сосновської [1] щодо вивчення норм висіву льону-довгунця на слабкоокультурених ґрунтах вилягання рослин не було, а на окультурених – було значним і з підвищенням норм висіву зростало. Така закономірність спостерігалась як у схильного до вилягання сорту Світоч, так і у відносно стійкого до вилягання сорту Л-1120.

За інформацією В.С. Кузнецова і М.Г. Об'єдкова загушення посівів льону-довгунця сорту Л-1120 (38...42 млн. насінин на 1 га) на дерново-середньопідзолистому пилуватосуглинистому ґрунті (з попередником – картопля та удобренні $N_{45}P_{60}K_{90}$) призводить до вилягання рослин, що утруднює машинне брання [9].

О. Змешкал, вивчаючи різні норми висіву різних сортів льону-довгунця, вказував, що з підвищенням норми висіву до 31 млн./га вихід довгого волокна зростає, але таку норму можна рекомендувати тільки для сортів, що стійкі до вилягання [6].

Л.Н. Молканов [12], вивчаючи густоту посівів і вилягання льону-довгунця сортів 1288/12 та ВНИИЛ-11, відмічав, що в загущених посівах рослини за рахунок подовження нижніх міжвузлів мали більшу висоту і менший діаметр, ніж в розріджених посівах. Це і було причиною зниження стійкості стебел до вилягання, що виявлялося після цвітіння рослин.

Про значний вплив погодних умов на стійкість льону-довгунця до вилягання свідчать спостереження Н.І. Личагіна та В.Я. Тихомирової [10]. Різне поєднання доз мінеральних добрив та густоти стеблостою по-різному проявлялось на виляганні рослин в умовах вологих і відносно посушливих років. Дослідники відзначають, що на порівняно окультурених піщаних і суглинистих ґрунтах незалежно від попередників густота стеблостою понад 1700...2000 рослин на 1 м² для сорту ВНИИЛ-11 за виляганням є перешкодою для позитивної дії добрив.

За дослідженням Л.Д. Фоменка [21] на дерново-глейових піщанисто-легкосуглинкових ґрунтах (1967...1970 рр.) стеблостій льону-довгунця сорту Т-10 проявив неоднакову стійкість до вилягання при різних попередниках. Зовсім не вилягав льон-довгунець у всі чотири роки досліджень (густина – близько 2 тис. шт. на 1 м²) посіяний після озимої пшениці, вівса, ячменю та льону. Середньостійкими до вилягання (стеблостій частково поліг) виявилися посіви льону-довгунця після озимого жита, цукрових буряків і кукурудзи. Після конюшини, картоплі та люпину льон-довгунець значно вилягав.

На вилягання рослин впливає і ширина міжрядь, з якими висівають насіння льону-довгунця. Про це свідчать дослідження Б.В. Волянського, який вивчав ефективність сівби льону-довгунця з міжряддями 3,75 і 7,5 см [2]. У варіанті з міжряддями 3,75 см стебла з товщиною 1...1,2 мм склали 68,3% від загальної їх кількості, а при сівбі з міжряддями 7,5 см – 58,2%. Стійкість рослин до вилягання була вища на посівах із звуженими міжряддями.

А.І. Івановський, аналізуючи досліди з густотою сівби льону-довгунця, вказував, що межею загущення посівів є небезпека вилягання рослин, особливо в дощову погоду [7].

Семирічні дослідження різної густоти (105 кг/га, 135, 160, 187 і 225 кг/га) розкидної сівби льону-довгунця, засвідчили, що посіви густіші, ніж 135 кг/га – сильно вилягають, а це негативно відбивається на якості волокна [11]. За кілограмо-номерами найбільш густі посіви не збільшували кількості волокнистих речовин. Загущення рядкової сівби (97 кг/га; 127,5; 142,5; 157,5 та 180 кг/га), майже не збільшує урожай соломи і волокна, але сильно знижує урожай насіння і викликає вилягання льону-довгунця.

Проведений аналіз впливу різних чинників на стійкість рослин льону-довгунця щодо вилягання свідчить, що це питання наразі залишається не з'ясованим, оскільки не виявлено чітких кількісних закономірностей між стійкістю рослин до вилягання та їх густотою перед збиранням і номером довгого волокна.

Мета дослідження полягає у підвищенні ефективності вирощування льону-довгунця шляхом опрацювання і впровадження окремих складових технологічного регламенту його механізованого виробництва, а саме – густоти рослин перед збиранням. *Завдання дослідження*: з'ясувати вплив густоти рослин перед збиранням щодо їх стійкості до вилягання та виявити характер зміни номера довгого волокна залежно від стійкості рослин до вилягання.

Об'єкт та методика досліджень

Об'єктом дослідження були раніше районовані сорти льону-довгунця різної схильності до вилягання: найбільш стійкі до вилягання сорти Л-1120 та К-6, що виведений за участю першого; достатньо стійкий до вилягання сорт ВНИИЛ-11, малостійкий – сорт Томський-10 та зовсім нестійкий – сорт Світоч. За методикою колишнього Всесоюзного науково-дослідного інституту льону ступінь стійкості рослин льону-довгунця до вилягання оцінюють за п'ятибальною системою: 5 балів – прямостоячий льон; 4 бали – злегка полеглий, коли стебла похилені до горизонту під кутом 70°; 3 бали – середнє вилягання, коли стебла похилені до горизонту під кутом 45°; 2 бали – сильне вилягання, коли стебла похилені до горизонту під кутом 20°; 1 бал – надто сильне вилягання, при якому стебла лежать на ґрунті. При стійкості льону-довгунця до вилягання – 3 бали робота льонокомбайнів можлива при їх рухові проти напрямку вилягання, а при стійкості 1...2 бали збирання комбайном майже неможливе.

Виявлення якісних закономірностей та встановлення кількісних залежностей зміни стійкості рослин льону-довгунця до вилягання залежно від їх густоти перед збиранням і зміни номера довгого волокна здійснені шляхом узагальнення результатів досліджень різних дослідників.

Обробка експериментальних даних, що одержані різними дослідниками, здійснена з використанням дисперсійного та кореляційно-регресійного

аналізів. Для виявлення характеру зв'язків між досліджуваними ознаками використовували графічний аналіз.

Результати дослідження

На рис. 1, а з використанням відповідних позначень наведені експериментальні дані З.М. Семенової [15], Я.Г. Худик [24] та Н.І. Личагіна і В.Я. Тихомірової [10] щодо впливу передзбиральної густоти стеблостою льону-довгунця різних сортів на стійкість рослин до вилягання. Ці дані були піддані кореляційно-регресійному аналізу, результати якого наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Статистичні показники характеристик стеблостою льону-довгунця та рівняння лінійної регресії, що відображують кількісний взаємозв'язок між ними за даними досліджень З.М. Семенової, Я.Г. Худик та опублікованими матеріалами Н.І. Личагіна і В.Я. Тихомірової

Дослідник	Сорт льону-довгунця	Середні значення густоти стеблостою $G_{ст}$ і стійкості рослин до вилягання $C_{пв}$ (чисельник) та відповідні середні квадратичні відхилення σ_r і σ_v (знаменник)		Обсяг вибірки $n_{виб}$	Табличне значення критерію Стьюдента $t_{табл}$	Довірчий інтервал стійкості рослин до вилягання	Коефіцієнт кореляції між $G_{ст}$ і $C_{пв}$	Рівняння лінійної регресії
		$G_{ст} / \sigma_r$	$C_{пв} / \sigma_v$					
Семенова З.М.	Пря-дильщик	$\frac{1851}{383}$	$\frac{2,8}{1,27}$	4	4,303	0,07...5,32	-0,992	$C_{пв} = 8,89 - 0,00329 \frac{G_{ст}}{}$
Семенова З.М.	И-7	$\frac{2394}{599}$	$\frac{1,8}{0,752}$	5	3,182	0,73...2,87	-0,946	$C_{пв} = 4,64 - 0,00119 \frac{G_{ст}}{}$
Семенова З.М.	Л-1120	$\frac{2488}{409}$	$\frac{2,2}{0,606}$	4	4,303	0,90...3,50	-0,996	$C_{пв} = 5,87 - 0,00148 \frac{G_{ст}}{}$
Худик Я.Г.	Світоч	$\frac{1802}{303}$	$\frac{3,5}{0,727}$	5	3,182	2,46...4,53	-0,977	$C_{пв} = 7,72 - 0,00234 \frac{G_{ст}}{}$
Н.І. Личагін та В.Я. Тихомірова	ВНИИЛ-11	$\frac{2385}{334}$	$\frac{3,5}{0,744}$	6	2,776	2,66...4,34	-0,670	$C_{пв} = 7,06 - 0,00149 \frac{G_{ст}}{}$

За експериментальними даними З.М. Семенової, Я.Г. Худик та опублікованими матеріалами Н.І. Личагіна і В.Я. Тихомірової визначені довірчі інтервали для середніх значень стійкості рослин до вилягання. Розрахунки здійснені за відомою залежністю [17]:

$$\bar{C}_{пв} - t_{табл} \frac{\sigma_c}{\sqrt{n_{виб}}} < C_{пв} < \bar{C}_{пв} + t_{табл} \frac{\sigma_c}{\sqrt{n_{виб}}}, \quad (1)$$

де $\bar{C}_{пв}$ – середнє арифметичне значення стійкості рослин до вилягання, що розраховане за даними відповідних дослідників, бали.

$t_{табл}$ – табличне значення критерію Стьюдента, яке вибирали з урахуванням ступеня вільності та прийнятої довірчої ймовірності, що становила 0,95 [17];

σ_c – середнє квадратичне відхилення стійкості рослин до вилягання, що визначене за даними відповідних дослідників;

$n_{\text{виб}}$ – обсяг статистичної вибірки (за обсяг вибірки приймали число рівнів градації густоти стеблостою, яку вивчали відповідні дослідники).

Чисельні значення перерахованих показників наведені в табл. 1. У цій же таблиці наведені визначені довірчі інтервали для середніх значень стійкості рослин до вилягання, що розраховані на підставі даних, які одержали різні дослідники. Порівняння та аналіз визначених довірчих інтервалів свідчить, що вони перекривають один одного. Тому вважаємо допустимим для наступного аналізу об'єднати одержані різними дослідниками дані в одну статистичну вибірку.

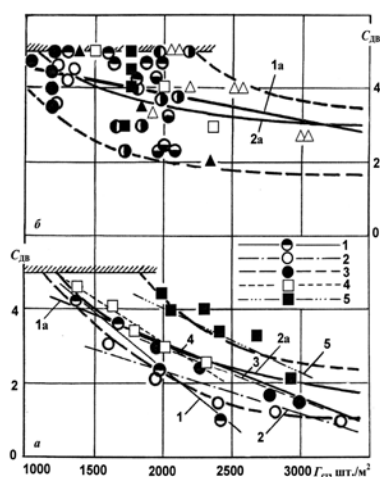


Рис. 1. Вплив густоти стеблостою ($\Gamma_{\text{ст}}$) перед збиранням на стійкість рослин до вилягання $C_{\text{пв}}$:

a – за даними З.М. Семенової [15], Я.Г. Худик [24] та Н.І. Личагіна і В.Я. Тихомирової [10] (● 1 – сорт «Прядильщик», ○ 2 – И-7, ● 3 – Л-1120 [15]; □ 4 – сорт Світоч [24]; ■ 5 – сорт ВНИИЛ-11 [10]);

б – за даними Л.Д. Фоменка: 1) ● – низинний дерново-глейовий піщанисто-легкосуглинковий ґрунт, Т-10, різні попередники, 1967...1970 рр.; 2) ● – осушений низинний дерново-глейовий піщанисто-легкосуглинковий ґрунт, Т-10, різні способи передпосівного обробітку ґрунту, 1965...1967 рр.; 3) ● – осушений низинний дерново-глейовий піщанисто-легкосуглинковий ґрунт, Т-10, різні строки сівби, 1966...1968 рр.; 4) ● – дерново-глейовий ґрунт, сорт не вказано, перевірка у виробничих умовах строків сівби, 1967...1971 рр.; 5) △ – низинний дерново-глейовий піщанисто-легкосуглинковий ґрунт, Т-10, різні норми висіву і крупність насіння, 1966...1968 рр.; 6) ■ – низинний дерново-глейовий ґрунт, сорт не вказано, застосування хлоролінхлориду проти вилягання, 1971...1972 рр.; ○ – осушений дерново-глейовий піщанисто-суглинковий ґрунт, К-6, різні дози мінеральних добрив 1973...1976 рр.; ● – осушений дерново-глейовий ґрунт, К-6, різні строки сівби, 1973...1975 рр.; □ – осушені торфовища, Л-1120, різна норма висіву, 1964...1967 рр.; ▲ – осушені торфовища, Т-10, різна норма висіву, 1964...1967 рр.)

Визначимо коефіцієнт кореляції між густрою стеблостою перед збиранням та стійкістю рослин до вилягання за даними тих же дослідників. Результати здійснених розрахунків наведені в табл. 1, з якої видно, що значення коефіцієнтів кореляції коливаються в межах 0,670...0,996. За чисельними значеннями коефіцієнтів кореляції можна стверджувати, що незалежно від досліджуваних сортів льону-довгунця та зональних особливостей умов вирощування культури, густина стеблостою перед збиранням впливає на стійкість рослин до вилягання. Про кількісну закономірність зміни стійкості рослин до вилягання залежно від їхньої густоти свідчать розраховані рівняння лінійної регресії, що відображують зв'язок між цими параметрами стеблостою та які наведені в табл. 1. Графічна інтерпретація виявлених залежностей показана на рис. 1, а.

Об'єднання дослідних даних З.М. Семенової, Я.Г. Худик та опублікованих матеріалів Н.І. Личагіна і В.Я. Тихомирової в одну статистичну вибірку дозволило побудувати відповідну кореляційну таблицю щодо зв'язку між густрою стеблостою перед збиранням та стійкістю рослин до вилягання (табл. 2).

Таблиця 2. Кореляційна таблиця щодо зв'язку між густрою стеблостою льону-довгунця перед збиранням та стійкістю рослин до вилягання, що побудована за згрупованими даними З.М. Семенової, Я.Г. Худик та опублікованими матеріалами Н.І. Личагіна і В.Я. Тихомирової

Густина стеблостою, шт./м ² (інтервал 383 шт./м ²)	Стійкість рослин до вилягання, бали (інтервал 0,7 бала)					Підсумок
	1,2...1,8	1,9...2,5	2,6...3,2	3,3...3,9	4,0...4,6	
1365...1747			1	1	3	5
1748...2130		2	2	1	2	7
2131...2513	2	1	1	1	1	6
2514...2896	2	1				3
2897...3279	2			1		3
Підсумок	6	4	4	4	6	24

З використанням даних табл. 2 здійснений відповідний кореляційно-регресійний аналіз. Розрахунки показали, що узагальнені за зведеним двомірним варіаційним рядом статистичні показники такі: середні арифметичні густоти стеблостою і стійкості до вилягання відповідно 2450 шт./м² і 2,9 бала, а середні квадратичні відхилення 490 шт./м² та 1,07 бала. При цьому довірчий інтервал середнього арифметичного значення стійкості рослин до вилягання коливався в межах 2,45...3,35 бала (за табличного значення критерію Стьюдента 2,074 з числом ступенів вільності 22 та рівнем довірчої ймовірності 0,95). Визначені коефіцієнт кореляції та кореляційне відношення дорівнювали відповідно мінус 0,597 і

0,652. Передбачалося, що характер зміни стійкості рослин до вилягання залежно від густоти стеблостою може описуватися прямою або ж нерівнобокою гіперболою. Після визначення відповідних коефіцієнтів рівняння лінійної регресії $C_{пв}$ по $G_{ст}$ має вигляд:

$$C_{пв} = 6,13 - 0,00152 G_{ст} , \quad (2)$$

а нерівнобокої гіперболи –

$$C_{пв} = 0,188 + 6415 / G_{ст} . \quad (3)$$

Побудовані за рівняннями (2) і (3) графіки зміни стійкості рослин до вилягання залежно від густоти стеблостою наведені на рис. 1, а. При цьому рівняння (2) інтерпретує пряма на графіку, що позначена 1а, а рівняння (3) – крива з позначкою 2а. Більш прийнятною слід вважати гіперболічну залежність, оскільки за цієї залежності забезпечується менша сума квадратів відхилень експериментальних даних від апроксимуючої функції у порівнянні з прямою. За рівнянням (3) можна визначити густоту стеблостою, за якої відсутнє вилягання рослин льону-довгунця. Виявилось, що така густота становить 1237 шт./м².

Коефіцієнт детермінації між густотою стеблостою і стійкістю рослин до вилягання, що розрахований за даними згадуваних дослідників, становить 0,425. Отже, майже 43% загальної варіації стійкості рослин до вилягання зумовлено варіацією густоти стеблостою, а 57% варіації залежної змінної залишилися непоясненими. Стосовно проведеного аналізу непоясненна варіація може бути зумовлена сортом культури, умовами її вирощування та особливостями зони льоносіяння.

Значне число дослідів, що спрямовані на вивчення впливу густоти стеблостою льону-довгунця перед збиранням на стійкість рослин до вилягання, проведені канд. с.-г. наук Л.Д. Фоменком [21, 22] на Волинській державній сільськогосподарській дослідній станції при вирощуванні культури на осушених та низинних ґрунтах. Експериментальні дані, що одержані Л.Д. Фоменком, наведені на рис. 1, б. З використанням цих даних опрацьована і побудована відповідна кореляційна таблиця (табл. 3), яка включала 56 пар чисельних значень „густина стеблостою перед збиранням” та „стійкість рослин до вилягання”. Встановлено, що розподіл густоти стеблостою при зміні її в межах 1026...3040 стебел на 1 м² характеризувався середнім значенням 1824 шт./м², середнім квадратичним відхиленням 410 шт./м² та коефіцієнтом варіації 22,5 %. Розподіл стійкості рослин до вилягання при зміні її в межах 1,6...5,0 балів характеризувався середнім арифметичним значенням 4 бали, середнім квадратичним відхиленням 0,75 бала та коефіцієнтом варіації 18,8 %.

Таблиця 3. Кореляційна таблиця щодо зв'язку між густиною стеблостою льону-довгунця перед збиранням та стійкістю рослин до вилягання, що побудована за даними Л.Д. Фоменка ^{*)} [21, 22]

Густина стеблостою, шт./м ² (інтервал 403 шт./м ²)	Стійкість рослин до вилягання, бали (інтервал 0,7 бала)					Підсумок
	1,6...2,2	2,3...2,9	3,0...3,6	3,7...4,3	4,4...5,0	
1026...1428			2	3	7	12
1429...1831		1	2	5	5	13
1832...2234		3	4	7	11	25
2235...2637	1		1	2		4
2638...3040		2				2
Підсумок	1	6	9	17	23	56

^{*)} Примітка. При групуванні експериментальних даних Л.Д. Фоменка границя першої групи за стійкістю рослин до вилягання розширена на 0,4 бала, а п'ятої групи за густиною стеблостою звужена на 7 шт./м².

Між густиною стеблостою і стійкістю рослин до вилягання за експериментальними даними Л.Д. Фоменка відмічена від'ємна кореляція з коефіцієнтом, що дорівнює $r = -0,383$. Наступні розрахунки групової та загальної дисперсій стійкості рослин до вилягання та їх відношення дали можливість визначити кореляційне відношення, яке характеризує вплив густоти стеблостою на стійкість рослин до вилягання. Виявилось, що за даними табл. 3, кореляційне відношення, яке визначає вплив факторіальної ознаки на результативну, дорівнює $\eta = 0,472$. Відомо, що порівнянням величини кореляційного відношення і коефіцієнта кореляції визначають характер лінійності зв'язку між досліджуваними ознаками. Вважають [13], що якщо кореляційне відношення значно перевищує квадрат коефіцієнта кореляції, то зв'язок між досліджуваними ознаками можна вважати нелінійним. У нашому випадку $\eta = 0,472 > r^2 = 0,147$ або інакше кореляційне відношення перевищує квадрат коефіцієнта кореляції більш ніж у три рази ($0,472 : 0,147 = 3,21$). Проте припущення про нелінійний зв'язок між досліджуваними ознаками вимагає обґрунтування та відповідних доказів.

Вирівнювання експериментальних даних Л.Д. Фоменка за лінійною залежністю після визначення коефіцієнтів регресії показало, що рівняння цієї залежності має вигляд:

$$C_{пв} = 5,28 - 0,000704 G_{ст} , \quad (4)$$

За прогнозовану функцію криволінійної зміни стійкості рослин до вилягання залежно від густоти стеблостою перед збиранням прийнято нерівнобоку гіперболу. Використавши метод найменших квадратів, визначили значення відповідних коефіцієнтів, що властиві нерівнобокій гіперболі, рівняння якої після здійснених розрахунків набуло вигляду:

$$C_{пв} = 1,96 + 3173 / G_{ст} . \quad (5)$$

Визначення суми квадратів відхилень експериментальних даних від розрахованих прогнозованих відповідно за рівняннями прямої та нерівнобокої гіперболи показало, що менша сума квадратів відхилень забезпечується у разі вирівнювання експериментальних даних за рівнянням нерівнобокої гіперболи. Це рівняння і прийняли за прогнозовану функцію зміни стійкості рослин до вилягання залежно від густоти стеблостою перед збиранням. На рис. 1, б наведені графіки цієї зміни відповідно за законом прямої (1а) та нерівнобокої гіперболи (2б). Визначення сили впливу густоти стеблостою перед збиранням на стійкість рослин до вилягання здійснено шляхом розрахунку коефіцієнта детермінації, який виявився таким, що дорівнює 0,222. Отже, 22,2% загальної варіації стійкості рослин до вилягання зумовлено варіацією передзбиральної густоти стеблостою, а 78,2% варіації залежної змінної залишились непоясненими.

Узагальнення результатів досліджень з вивчення впливу стійкості до вилягання $C_{пв}$ льону-довгунця сортів різних за цією ознакою на зміну номера довгого волокна $N_{длв}$ наведено на рис. 2. За характером розподілу експериментальних даних на цьому рисунку можна зробити припущення, що зміна $N_{длв}$ залежно від $C_{пв}$ може описуватися однією з таких залежностей: прямолінійною, гіперболічною зворотного зв'язку, параболічною чи степеневою функцією. Але зауважимо про таке. Сорти були попередньо згруповані за схильністю до вилягання і для деяких з них опрацьовані відповідні кореляційні таблиці. Сорт Світоч нестійкий до вилягання. Поведінку рослин цього сорту з кількісною оцінкою ступеня вилягання вивчали М.В. Сосновська [18] і Я.Г. Худик [24]. Ми свідомо включили до такої групи і сорти Прядильщик та И-7, поведінку яких вивчала З.М. Семенова [15]. Кореляційна таблиця щодо зв'язку між стійкістю рослин зазначених сортів до вилягання та номером довгого волокна наведена в табл. 4. За матеріалами таблиці визначені середньозважені номери довгого волокна, що відповідають певним групам рослин за їхньою стійкістю до вилягання. Ці значення номерів довгого волокна і вказані на рис. 2, а.

Таблиця 4. Кореляційна таблиця щодо зв'язку між номером довгого волокна та стійкістю рослин до вилягання, що побудована за результатами досліджень М.В. Сосновської і Я.Г. Худик (сорт Світоч) та З.М. Семенової (сорти Прядильщик і И-7)

Стійкість рослин до вилягання, бали (інтервал 0,8 бала)	Номер довгого волокна (інтервал 1,1)					Підсумок
	11,5...12,5	12,6...13,6	13,7...14,7	14,8...15,8	15,9...16,9	
1,0...1,7	1	1	3			5
1,8...2,5	1		2			3
2,6...3,3		1	2		1	4
3,4...4,1			2		1	3
4,2...4,9 (5)		1	2	1		4
Підсумок	2	3	11	1	2	19

Поведінку порівняно стійкого до вилягання сорту Томський 10 (Т-10) з кількісною оцінкою ступеня вилягання і номера довгого волокна вивчав Л.Д. Фоменко [21, 22]. За матеріалами Л.Д. Фоменка опрацьована кореляційна таблиця щодо зв'язку між стійкістю рослин до вилягання та номером довгого волокна (табл. 5). З використанням табличних даних визначені відповідні номери довгого волокна, які наведені на рис. 2, а.

Для передбачуваних прогностичних функцій зміни номера довгого волокна залежно від стійкості рослин до вилягання визначені коефіцієнти регресії, з використанням яких складені відповідні рівняння, що наведені в табл. 6. Щоб визначитися, яка з прогностичних функцій найбільш точно відповідає згрупованим експериментальним даним, для кожного з рівнянь визначали основну помилку:

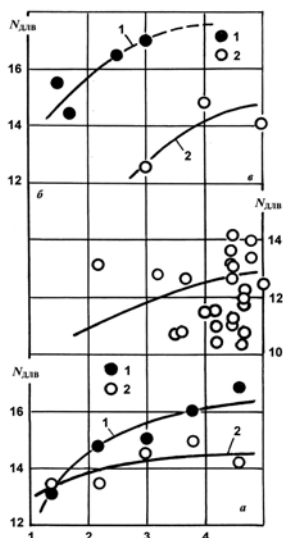


Рис. 2. Зміна номера довгого волокна $N_{длв}$ залежно від стійкості рослин до вилягання $C_{пв}$:

а, 1 – на підставі узагальнення досліджень Л.Д. Фоменка (сорт Т-10);
а, 2 – за дослідженнями М.В. Сосновської (сорт Світоч), Я.Г. Худик (сорт Світоч) і З.М. Семенової (сорти Прядильщик і И-7); *б* – за результатами досліджень Л.Д. Фоменка (сорт К-6); *в* – за результатами досліджень З.М. Семенової (1) і Л.Д. Фоменка (2) із сортом Л-1120

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\sum (y_i - y'_i)^2}{n-1}}, \quad (6)$$

де y_i і y'_i – відповідно згруповані експериментальні та визначені за відповідними рівняннями значення номера довгого волокна для i -ої стійкості рослин до вилягання;

n – тут число рівнів градації аргумента, тобто стійкості рослин до вилягання.

Таблиця 5. Кореляційна таблиця щодо зв'язку між номером довгого волокна та стійкістю рослин до вилягання, що побудована за результатами досліджень Л.Д. Фоменка із сортом льону-довгунця Т-10

Стійкість рослин до вилягання, бали (інтервал 0,8 бала)	Номер довгого волокна (інтервал 1,5)					Підсумок
	11,9...13,3	13,4...14,8	14,9...16,3	16,4...17,8	17,9...19,3	
1,0...1,7	2	1				3
1,8...2,5	2	3	1	2		8
2,6...3,3		3	4			7
3,4...4,1		5	4	8	1	18
4,2...4,9 (5)		2	11	13	9	35
Підсумок	4	14	20	23	10	71

Таблиця 6. Прогностичні функції щодо зміни номера довгого волокна залежно від стійкості рослин до вилягання (чисельник) та основні помилки вирівнювання згрупованих експериментальних даних за цими функціями (знаменник)

Прогностична функція	Рівняння прогностичної функції для рослин льону-довгунця сортів	
	нестійких до вилягання	порівняно стійких до вилягання
Прямолінійна	$\frac{N_{\text{длв}} = 13,07 + 0,35 C_{\text{пв}}}{1,49}$	$\frac{N_{\text{длв}} = 11,86 + 1,09 C_{\text{пв}}}{0,30}$
Нерівнобока гіпербола зворотного зв'язку	$\frac{N_{\text{длв}} = 15 - 2,22 / C_{\text{пв}}}{0,40}$	$\frac{N_{\text{длв}} = 17,73 - 6,6 / C_{\text{пв}}}{0,36}$
Параболічна	$\frac{N_{\text{длв}} = 11,55 + 1,53 C_{\text{пв}} - 0,197 C_{\text{пв}}^2}{0,35}$	$\frac{N_{\text{длв}} = 11,66 + 1,64 C_{\text{пв}} - 0,093 C_{\text{пв}}^2}{0,16}$
Степенева функція	$\frac{N_{\text{длв}} = 13,1 C_{\text{пв}}^{0,071}}{1,46}$	$\frac{N_{\text{длв}} = 12,8 C_{\text{пв}}^{0,198}}{0,78}$

Порівнюючи розраховані значення основних помилок, що одержані при вирівнюванні згрупованих експериментальних даних за відповідними прогностичними функціями, бачимо, що найбільше наближення в обох випадках характерне для вирівнювання згрупованих експериментальних даних за параболічними кривими. Проте на підставі логічних міркувань доходимо висновку, що зміна номера довгого волокна залежно від стійкості рослин до вилягання має описуватися нерівнобокими гіперболами зворотного зв'язку. Основні помилки, що одержані при вирівнюванні згрупованих експериментальних даних за рівняннями гіперболи, можна вважати малими, а вирівнювання визнати задовільним, оскільки розраховані помилки менші 0,1 середніх значень номера довгого волокна в досліджуваних статистичних вибірках [14].

Кореляційні відношення, що характеризують зв'язок номерів довгого волокна і стійкості рослин до вилягання сортів, які нестійкі та порівняно

стійкі до вилягання, дорівнюють відповідно 0,480 та 0,590, а коефіцієнти детермінації становлять 0,230 та 0,348. За значенням коефіцієнта детермінації щодо впливу стійкості до вилягання на номер довгого волокна порівняно стійкого до вилягання сорту льону-довгунця можна стверджувати, що 0,35 визначає частку, яку слід розглядати як причинно зумовлену зміною стійкості до вилягання. На вплив інших чинників на номер довгого волокна, що не розглядалися в цьому повідомленні, залишається 65 %.

Зміна номера довгого волокна залежно від стійкості рослин до вилягання сортів льону-довгунця, що стійкі проти цього, за результатами досліджень З.М. Семенової і Л.Д. Фоменка наведена на рис. 2, б, в.

Висновки

Зміна стійкості рослин льону-довгунця до вилягання залежно від їх густоти перед збиранням описується гіперболічними функціями. Найбільш інтенсивно зменшується стійкість до вилягання в межах збільшення густоти стеблостою від 1000 до 2500 шт./м². З подальшим підвищенням густоти стеблостою темп зниження стійкості рослин до вилягання уповільнюється і майже не змінюється.

Характер зміни номера довгого волокна для різних сортів льону-довгунця у міру підвищення стійкості рослин до вилягання описується нерівнобокими гіперболами зворотного зв'язку. При цьому для нестійких до вилягання сортів у міру зниження стійкості до вилягання 3 бали і менше номер довгого волокна значно знижується.

Перспективи подальших розвідок мають бути зосереджені на виявленні якісних залежностей та визначенні кількісних закономірностей зміни стійкості рослин до вилягання залежно від складових волокнистої частини стебел льону-довгунця.

Література

1. *Афонин М.И., Сосновская М.В.* Нормы высева и урожай льна // Лен и конопля. – 1970. – № 4. – С. 25, 26.
2. *Волянский Б.В.* Об этом стоит подумать // Лен и конопля. – 1972. – № 2. – С. 20–22.
3. *Гудялис П.К.* Нормы посева и полегание льна // Лен и конопля – 1972. – № 3. – С. 25.
4. *Дмитриев Е.А.* Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во Московского университета, 1972. – 292 с.
5. *Жужикова З.М.* Нормы высева и способы посева районированных сортов льна-долгунца // Труды Всесоюзного НИИ льна. – М.: Изд-ние МСХ СССР, 1960. – Вып. 6. – С. 64–78.
6. *Змешкал О.* Нормы посева, урожай и качество льна // Лен и конопля. – 1972. – № 6. – С. 38, 39.
7. *Ивановский А.* Опыты с густотами посева льна // Записки

Ленинград. с.-х. института. – Л.: Издание с.-х. института, 1927. – Т. 4. – С. 447–496.

8. *Кармановский Б.К.* Агротехника льна в северных районах Кировской области // Лен и конопля. – 1957. – № 9. – С. 24–27.

9. *Кузнецов В.С., Обьедков М.Г.* Влияние густоты стеблестоя на урожай и качество льна-долгунца в зависимости от применения подкормки аммиачной селитрой и микроэлементами // Доклады ТСХА. Биология, земледелие и растениеводство. – М., 1971. – Вып. 161. – С. 70–75.

10. *Лычагин Н.И., Тихомирова В.Я.* О густоте стеблестоя и полегании льна // Лен и конопля. – 1976. – № 4. – С. 21, 22.

11. *Митрофанов А.* Результаты опытной работы со льном // За социалистическое земледелие. – 1930. – № 9–10. – С. 33–37.

12. *Молканов Л.Н.* Густота посевов и полегание растений льна // Лен и конопля. – 1975. – № 3. – С. 31, 32.

13. *Политова И.Д.* Дисперсионный и корреляционный анализ в экономике. – М.: Экономика, 1972. – 224 с.

14. РТМ 44-62. Методика статистической обработки эмпирических данных. – М.: Издательство стандартов, 1966. – 100 с.

15. *Семенова З.М.* О нормах высева семян льна-долгунца // Лен и конопля. – 1963. – № 4. – С. 13, 14.

16. *Семенова З.М.* Правильно применять нормы высева семян льна // Лен и конопля. – 1967. – № 4. – С. 25, 26.

17. *Смирнов Н.В. и Дунин-Барковский И.В.* Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. – М.: Наука, 1969. – 512 с.

18. *Сосновская М.В.* Влияние норм высева на урожай и качество льна // Тезисы докладов 1-ой республиканской конференции молодых ученых Белоруссии по вопросам повышения эффективности земледелия. – Жодино: Белорусский НИИ земледелия, 1970. – С. 40–42.

19. *Стеценко В.О., Хилевич В.С.* Вплив різної густоти стояння рослин льону-довгунця на стійкість проти захворювань і вилягання // Агробіологічні основи підвищення врожайності сільськогосподарських культур. – К., 1969. – Вип. 15. – С. 78–80.

20. *Тренина В.В.* Нормы высева и способы посева льна-долгунца в Латвии // Лен и конопля. – 1957. – № 2. – С. 22–24.

21. *Фоменко Л.Д.* Льонарство на осушенных і низинних землях. – К.: Урожай, 1974. – 160 с.

22. *Фоменко Л.Д.* Производство льна на осушенных землях. – М.: Колос, 1982. – 143 с.

23. *Фоменко Л.Д., Струков А.В.* Индустриальная технология производства льносырья. – Л.: Агропромиздат, Ленинград. отд-ние, 1987. – 104 с.

24. *Худик Я.Г.* О нормах высева семян льна-долгунца в горных районах Карпат // Труды Всесоюзного НИИ льна. – Московский рабочий, 1969. – Вып. 7. – С. 271–282.