

Якість волокна сланкової льонотрести і щільність стрічок розстеленої соломи

А.С. Лімонт, кандидат технічних наук
Житомирський національний агроекологічний університет

Проаналізовано температуру повітря і поверхні ґрунту, відносну вологість і дефіцит вологості повітря, що визначають умови брання і розстилання льону та приготування трести росяним мочінням. З використанням дисперсійного аналізу з'ясовано вплив щільності розстелених стрічок соломи на міцність, гнучкість, метричний номер волокна і розрахункову добротність пряжі. Визначено якісну залежність і кількісні зміни цих показників якості волокна залежно від досліджуваної факторіальної ознаки.

За оцінками фахівців лляні тканини порівняно з виготовленими із бавовни, кенафу, коноплі, канатника, вовни і джуту за показниками естетичності, екологічності та гігієнічності мають відповідні переваги. Тепер лляне волокно переважно одержують із трести, приготовленої росяним мочінням соломи. Холодноводне мочіння надто трудомістке і екологічно шкідливе, а тепловодне (теплове) – високоенергомістке. Фізико-хімічні способи обробки соломи із-за складності устаткування в Україні не застосовували [1]. У проблемі наукового забезпечення механізованого виробництва льону-довгунця залишилася нез'ясованою низка питань з приготування трести росяним мочінням. У цій статті і передбачено з'ясувати деякі з питань цієї проблеми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних умовах приготування трести росяним мочінням реалізують шляхом розстилання соломи в стрічку на полі, де вирощують льон-довгунець. Брання льону і розстилання соломи переважно здійснюють комбайнами. Вихід і якість волокна за його номером, який визначають органолептично, залежить від щільності стрічок розстеленої соломи [2]. Щільність стрічок оцінюють кількістю стебел на 1 пог. м стрічки, нормою розстилання соломи (т/га) та з використанням інших показників. Серед технологічних показників якості волокна важливими є його міцність, гнучкість і метричний номер, що формують прядивну здатність волокна. Ці показники визначають інструментально. Таке оцінювання якості волокна, одержаного з трести росяного мочіння з урахуванням і без урахування щільності стрічок соломи, здійснювали В.Г. Дідора, Б.А. Доспехов, І.П. Карпець, Н.Г. Коренський, В.С. Ліхман, Н.П. Ляніна, В.І. Макаєв, І.С. Шулов, А.А. Шушкін та ін. Щільність стрічок соломи вони оцінювали кількістю стебел на 1 пог. м і нормою розстилання соломи (т/га). У межах різної зміни щільності стрічок дослідники доходять різних висновків щодо впливу досліджуваної факторіальної ознаки на оцінні показники якості волокна. Таке спонукало до

продовження досліджень з приготування трести росяним мочінням з урахуванням щільності стрічок розстеленої соломи. Оскільки росяне мочіння за даними різних дослідників зумовлене впливом на його протікання метеорологічних умов льонозбирального періоду, то в дослідженнях передбачалося оцінити ці умови.

Мета дослідження полягала в з'ясуванні впливу щільності стрічок розстеленої соломи льону-довгунця на показники інструментального оцінювання якості волокна, одержаного з трести росяного мочіння. *Завдання дослідження:* 1) дати статистичну оцінку метеорологічних умов льонозбирального періоду, що охоплює тривалість приготування трести росяним мочінням; 2) дослідити вплив і напрям впливу щільності стрічок розстеленої соломи на міцність, гнучкість і метричний номер волокна та розрахункову добротність пряжі; 3) проаналізувати кількісну зміну перелічена показників якості волокна залежно від щільності стрічок розстеленої соломи.

Об'єктом дослідження був технологічний процес приготування трести росяним мочінням. При цьому факторіальною ознакою була щільність стрічок розстеленої соломи льону-довгунця, за яку прийнято кількість стебел в розрахунку на 1 погонний метр довжини стрічки (шт./м). За результативні ознаки прийняті показники інструментального оцінювання якості волокна, про які йшлося вище. Основні положення організації і методики проведення досліджень висвітлені раніше [3], а інформацію щодо оцінювання метеорологічних умов льонозбирального періоду (середньодобову температуру повітря, максимальну температуру на поверхні ґрунту, середньодобову відносну вологість і дефіцит вологості повітря) вибирали із відповідних форм звітності Коростенської метеостанції. Інструментальне оцінювання волокна здійснено в технологічній лабораторії льону колишньої Житомирської державної обласної сільськогосподарської дослідної станції.

З'ясування впливу факторіальної ознаки на досліджувані результативні здійснено за допомогою дисперсійного аналізу, визначення напряму цього впливу – з використанням кореляційного аналізу, а оцінювання передбачуваних форм кількісної зміни результативних ознак залежно від факторіальної реалізовано на засадах регресійного аналізу шляхом пошуку відповідних модельних рівнянь регресії. При цьому використані джерела [4, 5] та стандартні комп'ютерні програми. Першого року досліджень число рівнів градації факторіальної ознаки було 8, другого – 10 і третього – 7. Досліди вели в чотириразовій повторності. Число рівнів градації факторіальної ознаки та повторність дослідів визначили по роках досліджень число ступенів вільності більшої і меншої дисперсій при здійсненні дисперсійного аналізу первинних результатів дослідження.

Результати досліджень та їх обговорення. У Поліссі України брання льону і розстилання льоносоломи для приготування трести росяним мочінням, її вилежування та піднімання за багаторічними спостереженнями тривають з липня по вересень. За серпень–вересень у роки досліджень розмах варіювання показників метеорологічних умов становив: середньодобової температури повітря $t_{п.сд}$ – 3,5–24,4 °С; максимальної температури на поверхні ґрунту $t_{г.макс}$ –

5–47 °С; середньодобової відносної вологості повітря $W_{\text{вп.сд}}$ – 47–100 %; середньодобового дефіциту вологості повітря – 0,7–14,7 мб. Середнє арифметичне значення розподілів коливалося в межах: $t_{\text{п.сд}}$ – 14,3–15,8 °С; $t_{\text{г.макс}}$ – 27–32 °С; $W_{\text{вп.сд}}$ – 72–76 %; $D_{\text{вп.сд}}$ – 5,3–6,1 мб. Середнє квадратичне відхилення приймало значення для розподілів: $t_{\text{п.сд}}$ – 4,3–4,9 °С; $t_{\text{г.макс}}$ – 8,2–9,0 °С; $W_{\text{вп.сд}}$ – 9,2–10,4 %; $D_{\text{вп.сд}}$ – 2,4–3,6 мб. За значеннями коефіцієнтів варіації, що змінювалися в межах 12,8–65,4 %, найменш мінливим виявився розподіл середньодобової вологості повітря, а найбільша мінливість властива розподілу середньодобового дефіциту вологості повітря. Усі досліджувані емпіричні розподіли не істотно відхилялися від нормального. Температура і вологість середовища були сприятливими для вилежування трести.

1. З'ясування впливу щільності стрічок соломи на оцінні показники якості волокна

Оцінні показники якості волокна (результативні ознаки)	Розрахунковий F -критерій F_p	Вибір критичного F -критерію				Коефіцієнт кореляції	Напрямок впливу	
		число ступенів вільності дисперсії		критичний F -критерій $F_{\text{кр}}$	рівень довірчої ймовірності			
		більшої	меншої					
Перший рік досліджень								
Міцність $M_{\text{в}}$, даН	3,35	7	21	2,48	0,95	0,484	0,451	Зростає
Гнучкість $G_{\text{нв}}$, мм	4,87	7	21	2,48	0,95	0,420	-0,179	Зменшується
Метричний номер $M_{\text{нв}}$	1,71	7	21	1,42	0,75	0,340	-0,592	Зменшується
Розрахункова добротність пряжі $P_{\text{дп}}$, км	1,57	7	21	1,42	0,75	0,261	-0,681	Зменшується
Другий рік досліджень								
Міцність $M_{\text{в}}$, даН	1,61	9	27	1,37	0,75	0,328	0,156	Зростає
Гнучкість $G_{\text{нв}}$, мм	3,33	9	27	2,25	0,95	0,513	-0,868	Зменшується
Метричний номер $M_{\text{нв}}$	4,07	9	27	2,25	0,95	0,566	-0,661	Зменшується
Розрахункова добротність пряжі $P_{\text{дп}}$, км	2,30	9	27	2,25	0,95	0,432	-0,671	Зменшується
Третій рік досліджень								
Міцність $M_{\text{в}}$, даН	3,27	6	18	2,66	0,95	0,513	0,186	Зростає
Гнучкість $G_{\text{нв}}$, мм	2,60	6	18	2,13	0,90	0,420	-0,482	Зменшується
Метричний номер $M_{\text{нв}}$	3,53	6	18	2,66	0,95	0,504	-0,750	Зменшується
Розрахункова добротність пряжі $P_{\text{дп}}$, км	2,56	6	18	2,13	0,90	0,444	-0,654	Зменшується

Вплив щільності стрічок розстеленої соломи на досліджувані показники якості волокна (табл. 1) вважають доведеним, якщо спостережуваний F -критерій перевищує критичне значення $F_{\text{кр}}$, що відповідає визначеним числам ступенів вільності більшої і меншої дисперсії з урахуванням рівня довірчої ймовірності. За цієї умови щільність стрічок соломи значущо впливає на досліджувані показники якості волокна, але з урахуванням років досліджень і конкретних показників якості цей вплив доведений на рівні довірчої

ймовірності 0,75 (першого року досліджень для метричного номера і розрахункової добротності пряжі), 0,90 (третього року досліджень для гнучкості волокна і розрахункової добротності пряжі) та 0,95 (для решти показників у різні роки досліджень). За ступенем впливу факторіальної ознаки на результативні щільність стрічок соломи на 26–57 % причинно зумовлює варіювання досліджуваних показників якості волокна, які оцінюють інструментально.

2. Оцінювання кореляційного зв'язку між оцінними показниками якості волокна і щільністю стрічок розстеленої соломи n_{cm} (шт./м) та вирівнювання експериментальних даних за R^2 -коефіцієнтом апроксимуючими функціями

Оцінні показники якості волокна (результативні ознаки)	Коефіцієнт кореляції	R^2 -коефіцієнт за вирівнювання функцією				
		прямої	степеневі	логіфічної	експоненціальної	гіперболічної
Перший рік досліджень						
Міцність волокна M_{lv} , даН	0,451	0,203	0,095	0,096	0,205	0,001
Гнучкість волокна G_{lv} , мм	-0,179	0,032	0,039	0,033	$0,024 \cdot 10^{-3}$	0,019
Метричний номер M_{lv}	-0,592	0,351	0,338	0,344	0,348	0,320
Розрахункова добротність пряжі P_{dp} , км	-0,681	0,464	0,369	0,368	0,466	0,288
Другий рік досліджень						
Міцність волокна M_{lv} , даН	0,156	0,024	0,001	0,002	0,022	0,002
Гнучкість волокна G_{lv} , мм	-0,868	0,753	0,553	0,556	0,746	0,314
Метричний номер M_{lv}	-0,661	0,437	0,257	0,253	0,435	0,074
Розрахункова добротність пряжі P_{dp} , км	-0,671	0,450	0,354	0,354	0,449	0,193
Третій рік досліджень						
Міцність волокна M_{lv} , даН	0,186	0,035	$0,011 \cdot 10^{-5}$	$0,060 \cdot 10^{-3}$	0,036	0,013
Гнучкість волокна G_{lv} , мм	-0,482	0,232	0,143	0,136	0,233	0,046
Метричний номер M_{lv}	-0,750	0,562	0,514	0,537	0,538	0,415
Розрахункова добротність пряжі P_{dp} , км	-0,654	0,428	0,472	0,439	0,414	0,448

У всі роки досліджень між міцністю волокна і щільністю стрічок соломи визначений додатний кореляційний зв'язок, а між гнучкістю і метричним номером волокна та розрахунковою добротністю пряжі і тією ж факторіальною ознакою – від'ємний. Отже, з підвищенням щільності стрічок соломи міцність волокна зростає, а його гнучкість, метричний номер та розрахункова добротність пряжі зменшуються. Для з'ясування форми та характеру збільшення чи зменшення результативних ознак із підвищенням щільності стрічок соломи здійснено вирівнювання експериментальних даних оцінних показників якості волокна рівняннями прямої та степеневі і логарифмічної функцій, а також експоненціальною і гіперболічною залежностями (табл. 2). У різні роки зміну міцності волокна залежно від щільності стрічок соломи можна подати рівняннями прямих з додатними кутовими коефіцієнтами або ж експоненціальними залежностями з додатними показниками степеня при числі "e". З урахуванням помилок рівнянь прямих і експоненціальних кривих у

графічному поданні аналізовані залежності накладаються одна на іншу. Рекомендовано дотримуватися твердження, що в міру збільшення щільності стрічки соломи міцність волокна зростає за прямолінійною залежністю. Темп зростання коливається в межах 0,12–0,45 даН при збільшенні щільності стрічок соломи на 1000 стебел / пог. м стрічки.

Оцінювання вирівнювання експериментальних даних гнучкості волокна передбачуваними акроксимуючими функціями з урахуванням їх помилок (1,04–3,32 мм) за значеннями R^2 -коефіцієнтів дозволяє визнати, що зміну гнучкості волокна залежно від щільності стрічок соломи зручніше прогнозувати за рівняннями прямих з від’ємними кутовими коефіцієнтами (рис. 1). Із підвищенням щільності стрічок соломи на 1000 стебел гнучкість волокна знижується на 0,05–1,2 мм.

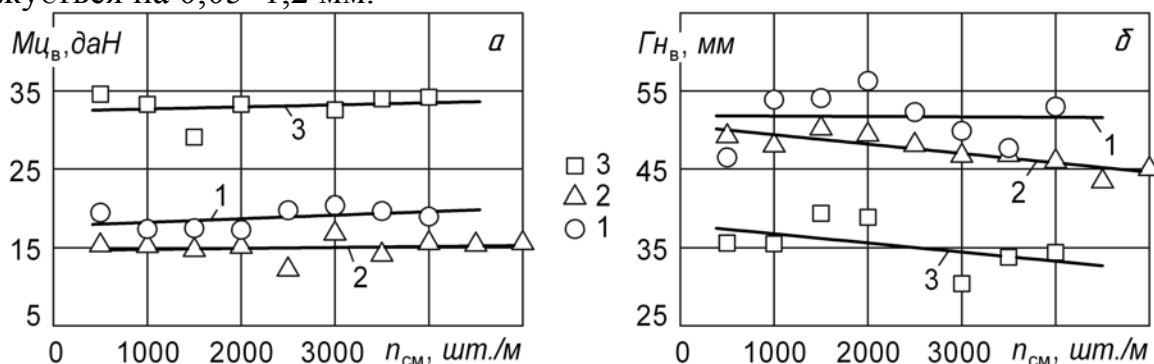


Рис. 1. Зміна міцності $M_{цв}$ (а) і гнучкості $G_{нв}$ (б) волокна залежно від щільності стрічок соломи $n_{см}$: 1–3 – роки досліджень

З досліджуваних апроксимуючих функцій найкраще наближення експериментальних даних метричного номера волокна за трирічними даними забезпечило їх вирівнювання (табл. 2) за рівняннями прямих з від’ємними кутовими коефіцієнтами та експоненціальними залежностями з від’ємними показниками степеня при числі “ e ”. Цікавими для виробничої інтерпретації є і апроксимація експериментальних даних метричного номера волокна степеневою, логарифмічною та гіперболічною залежностями. Так, якщо зміну $M_{нв}$ залежно від $n_{см}$ подати за прямолінійною залежністю, то [6] інтенсивність зниження метричного номера волокна залишається незмінною на досліджуваному діапазоні зміни щільності стрічок соломи. Якщо ж зміну $M_{нв}$ залежно від $n_{см}$ подати увігнутою експоненціальною кривою, то інтенсивність (швидкість) цієї зміни буде сповільненою функцією щільності стрічок соломи. У разі апроксимації зміни $M_{нв}$ залежно від $n_{см}$ логарифмічною функцією, то, як показав В.П. Горячкін [6], швидкість зменшення функції уповільнюється з наближенням до відповідного значення аргументу (щільність стрічки соломи). Граничне зниження метричного номера, що зумовлене підвищенням щільності стрічок соломи, може бути визначеним з урахуванням апроксимації зміни $M_{нв}$ залежно від $n_{см}$ рівнянням гіперболи, за асимптотою якої можна прогнозувати щільність стрічки розстеленої соломи з росяного її мочінні.

Що стосується модельних рівнянь регресії розрахункової добротності пряжі на щільність стрічок розстеленої соломи, то в перші два роки найкраще

вирівнювання забезпечувала також апроксимація експериментальних даних (табл. 2). Третього року досліджень найкраще вирівнювання експериментальних даних розрахункової добротності пряжі спостерігалось за їх апроксимації степеневою функцією та гіперболою.

3. Модельні рівняння регресії метричного номера волокна (чисельник) і розрахункової добротності пряжі (знаменник) та щільність стрічок соломи

Апроксимуюча функція	Модельне рівняння регресії	Помилка рівняння регресії S_y
Перший рік досліджень		
Прямолінійна	$\frac{M_{N_g} = 248,837 - 0,00721 n_{cm} P_{dn} = 14,418 - 0,0001857 n_{cm}}{P_{dn} = 16,353 n_{cm}}$	12,3 0,25
Степенева	$\frac{M_{N_g} = 347,0 n_{cm}^{-0,0533} P_{dn} = 16,353 n_{cm}^{-0,0206}}{P_{dn} = 16,353 n_{cm}}$	12,1 0,33
Логарифмічна	$\frac{M_{N_g} = 326,4 - 12,4 \ln n_{cm} P_{dn} = 16,17 - 0,28 \ln n_{cm}}{P_{dn} = 16,17 - 0,28 \ln n_{cm}}$	12,1 0,33
Експоненціальна	$\frac{M_{N_g} = 249,0034 \exp(-0,000031 n_{cm})}{P_{dn} = 14,423 \exp(-0,000013 n_{cm})}$	12,1 0,33
Гіперболічна	$\frac{M_{N_g} = 222,866 + 14362,8 / n_{cm} P_{dn} = 13,793 - 305,069 / n_{cm}}{P_{dn} = 13,793 - 305,069 / n_{cm}}$	12,1 0,33
Другий рік досліджень		
Прямолінійна	$\frac{M_{N_g} = 265,6 - 0,0096 n_{cm} P_{dn} = 13,52 - 0,0002182 n_{cm}}{P_{dn} = 13,52 - 0,0002182 n_{cm}}$	16,4 0,36
Степенева	$\frac{M_{N_g} = 392,1 n_{cm}^{-0,0644} P_{dn} = 16,41 n_{cm}^{-0,0311}}{P_{dn} = 16,41 n_{cm}^{-0,0311}}$	14,4 0,37
Логарифмічна	$\frac{M_{N_g} = 355,503 - 15,042 \ln n_{cm} P_{dn} = 16,00 - 0,39 \ln n_{cm}}{P_{dn} = 16,00 - 0,39 \ln n_{cm}}$	14,4 0,37
Експоненціальна	$\frac{M_{N_g} = 266,531 \exp(-0,0000406 n_{cm})}{P_{dn} = 13,527 \exp(-0,0000169 n_{cm})}$	14,4 0,37
Гіперболічна	$\frac{M_{N_g} = 232,97 + 10798,33 / n_{cm} P_{dn} = 12,691 - 390,062 / n_{cm}}{P_{dn} = 12,691 - 390,062 / n_{cm}}$	14,4 0,37
Третій рік досліджень		
Прямолінійна	$\frac{M_{N_g} = 261,051 - 0,0147 n_{cm} P_{dn} = 15,75 - 0,0002822 n_{cm}}{P_{dn} = 15,75 - 0,0002822 n_{cm}}$	18,4 0,43
Степенева	$\frac{M_{N_g} = 547,9 n_{cm}^{-0,1179} P_{dn} = 19,67 n_{cm}^{-0,0351}}{P_{dn} = 19,67 n_{cm}^{-0,0351}}$	18,9 0,42
Логарифмічна	$\frac{M_{N_g} = 426,7 - 26,5 \ln n_{cm} P_{dn} = 19,10 - 0,53 \ln n_{cm}}{P_{dn} = 19,10 - 0,53 \ln n_{cm}}$	18,9 0,42
Експоненціальна	$\frac{M_{N_g} = 263,501 \exp(-0,0000685 n_{cm})}{P_{dn} = 15,858 \exp(-0,000019 n_{cm})}$	18,9 0,42
Гіперболічна	$\frac{M_{N_g} = 208,505 + 27695,488 / n_{cm} P_{dn} = 14,690 - 609,877 / n_{cm}}{P_{dn} = 14,690 - 609,877 / n_{cm}}$	18,9 0,42

Аналіз наведених на рис. 2 кривих та їх математичного опису (табл. 3), з урахуванням помилок рівнянь регресії, дозволяє припустити прямолінійну зміну метричного номера волокна і криволінійну зміну розрахункової добротності пряжі залежно від щільності стрічок соломи. Остання описується увігнутими кривими зі спадаючою інтенсивністю зниження досліджуваного показника якості волокна. Інтенсивність зниження розрахункової добротності

пряжі уповільнюється з підвищенням щільності стрічок соломи понад 2000 шт./м.

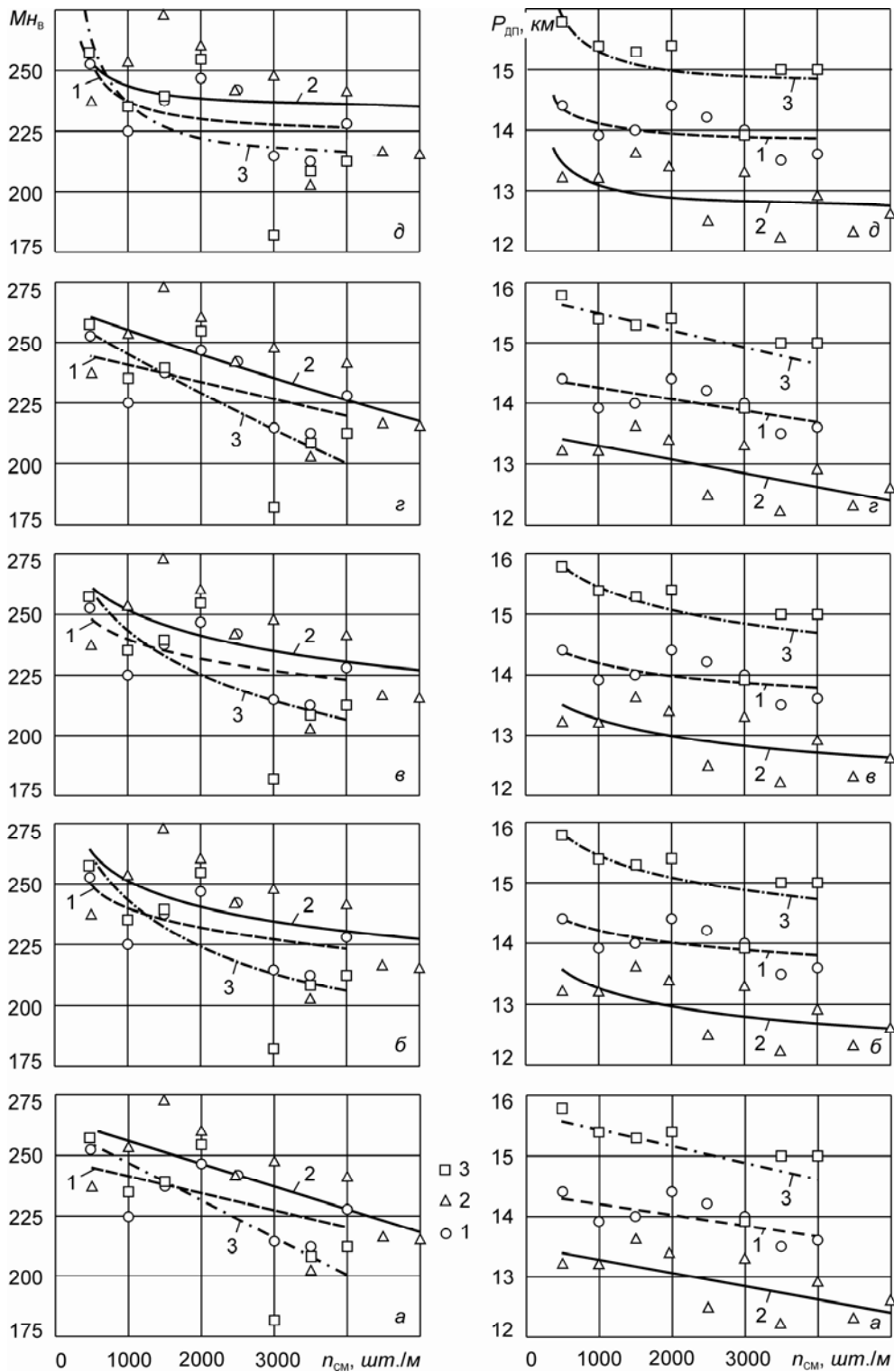


Рис. 2. Зміна метричного номера волокна Mn_v і розрахункової добротності пряжі $P_{дп}$ залежно від щільності стрічок соломи $n_{см}$ (1–3 – роки досліджень) за прогностичними функціями: а – прямолінійними; б – степеневими; в – логарифмічними; г – експоненціальними; д – гіперболічними

Висновки

Наведене статистичне оцінювання метеорологічних умов льонозбирального періоду, за яким протягом приготування трести досліджувані умови були сприятливими для її вилежування. Визначено, що щільність стрічки розстеленої соломи значущо впливає на показники інструментального оцінювання якості волокна. Зміна міцності і гнучкості волокна залежно від щільності стрічок розстеленої соломи описується прямолінійними залежностями відповідно з додатними і від'ємними кутовими коефіцієнтами. Зниження метричного номера волокна залежно від щільності стрічок соломи допустимо подати прямолінійною або ж експоненціальною залежностями. Розрахункова добротність пряжі з підвищенням щільності стрічок розстеленої соломи описується увігнутими кривими зі спадаючою інтенсивністю зниження, сягаючи асимптотичного зменшення за щільності стрічок, що перевищує 2000 стебел на 1 пог. м стрічки.

Напрямок подальших розвідок, на нашу думку, має бути зосереджений на обґрунтуванні способів реалізації волокнистої складової урожаю льону-довгунця його виробниками.

Бібліографія

1. Виробництво льоноволокна та його використання: монографія / [І.П. Карпець, А.Ф. Скорченко, Л.А. Чурсіна та ін.]. – К. : Нора-прінт, 2002. – 128 с.
2. Афонин М.И. Высокоурожайный лен и комбайны / М.И. Афонин, Н.Г. Коренский // Лен и конопля. – 1969. – № 6. – С. 20–21.
3. Лімонт А.С. Оцінювання виходу і якості довгого волокна з урахуванням щільності стрічки розстеленої льоносоломи / А.С. Лімонт // Вісн. Харків. нац. техніч. ун-ту с. г. ім. Петра Василенка: механізація с.-г. виробництва. – Харків, 2012. – Вип. 124, т. 2. – С. 348–357.
4. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учеб. пособ. / Е.А. Дмитриев. – М. : Изд-во Москов. ун-та, 1972. – 292 с.
5. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента / Хикс Ч.; пер. с англ. Т.И. Голиковой, Е.Г. Коваленко, Н.Г. Микешинной; под ред. В.В. Налимова. – М. : Мир, 1967. – 407 с.
6. Горячкин В.П. Общая схема процессов / В.П. Горячкин // Собрание сочинений: в 3 т. – М. : Колос, 1968. – Т. 1. – С. 608–645.