

Готування рошенцевої льонотрести і температура в стрічках розстеленої соломи

Наведено результати досліджень з вивчення температури в стрічках розстеленої соломи під час готування рошенцевої льонотрести. Висвітлено вплив щільності стрічок на зміну температури під ними з урахуванням температури повітря і поверхні ґрунту.

Ключові слова: льон-довгунець, солома, треста, вилежування, стрічка, температура, повітря, ґрунт.

Суть проблеми. Однією з важливих технічних культур, яку здавна вирощували в Україні, є льон-довгунець. Ця культура, крім іншого, дає волокно, практичну цінність якого не в змозі замінити волокно інших прядильних культур [1]. Сировиною для виробництва волокна є треста. Серед способів виготовлення льонотрести [2, 3] найбільш екологічно безпечним та найменш енерговитратним і економічно доцільним вважають її готування росяним мочінням [4, 5, 6, 7]. Виготовлену таким чином тресту називають рошенцевою. Готування рошенцевої трести за комбайнового збирання льону-довгунця відбувається біологічним способом в розстелених на льонищі комбайном стрічках соломи за рахунок пліснявих грибів, що спричинюють розкладання пектинових речовин. Умовою життєдіяльності пектинруйнуючих пліснявих грибів, що супроводжують і інтенсифікують вилежування трести, є вологість та температура середовища. Необхідно з'ясувати деякі з питань оцінювання температури в стрічках розстеленої соломи для вирішення проблеми наукового забезпечення готування рошенцевої трести.

Аналіз останніх досліджень та повідомлень. Наукові дослідження свідчать, що якість рошенцевої трести залежить і від щільності стрічки розстеленої соломи. Щільність стрічок оцінюють переважно кількістю стебел, що розстелені на 1 погонному метрі довжини стрічки (шт./м), або ж за масою розстелених стебел в розрахунку на 1 га (т/га). За даними різних дослідників, щільність стрічок змінюється від 600 до 5000 шт./м та за масою розстеленої соломи до 8 т/га. За дослідженнями Н.Г. Коренського [8] і Б.Ф. Слонівського [9], наявність мікроорганізмів, які впливають на вилежування трести, неоднакова в нижніх і верхніх шарах розстелених стрічок.

Аналіз літературних джерел засвідчив, що температура, яка сприяє розвитку пліснявих грибів, має певні межі. Щодо верхньої межі думки дослідників збігаються: вона становить 20 °С. Сприятливою нижньою межею одні дослідники вважають температуру 15 °С, інші – 17 °С, а треті пишуть, що найбільш сприятливою для розвитку грибів і вилежування соломи є температура, близька до 18 °С. Дослідження [10] показали, що ймовірність середньодобової температури повітря в

межах, що сприяє успішному вилежуванню трести (впродовж серпня і вересня на Житомирщині), коливається в межах 0,33-0,37.

За дослідженнями Н.Г. Коренського [8], температура в стрічках із збільшенням маси розстелених стебел менше залежить від коливання температури повітря. Зі зниженням температури повітря у нічний час температура в товстих стрічках на 1-1,5 °С вища, ніж в тонких. На льонищі вранці в нижній частині стрічок у порівнянні з верхньою температура вища на 0,3-0,8 °С, опівдні – навпаки, нижча на 0,7-1,9 °С, а ввечері знову вища на 0,4-1,1 °С.

М.Є. Єгоров і В.В. Макаров вказують, що різкі коливання температури негативно відбиваються на життєдіяльності мікроорганізмів, збільшуючи тривалість вилежування трести та спричинюючи зниження якості волокна. Із збільшенням щільності розстелених стрічок соломи від 500 до 4000 шт./м коефіцієнт варіації температури впродовж доби під стрічкою зменшується за гіперболічною залежністю, сягаючи асимптотичного значення близько 14% [11].

У праці [12] висвітлено вплив температури навколишнього повітря на температуру поверхні розстелених стрічок у світловий і нічний періоди доби та зміну температури під стрічкою залежно від її щільності. О шостій годині температура під стрічкою із збільшенням щільності від 500 до 4000 шт./м зростає за степеневою залежністю від 12,0 до 14,8 °С. О п'ятнадцятій годині температура під стрічкою із збільшенням її щільності у вказаних межах знижується за степеневою залежністю від 30 до 23 °С.

В табл. 1 наведено модельні рівняння регресії температури на поверхні стрічки на температуру повітря і температуру на поверхні ґрунту у світловий і нічний періоди доби. У цій же таблиці наведено показники кореляційного зв'язку досліджуваних результативних і факторіальних ознак та показники, що оцінюють міру наближення апроксимуючих функцій до експериментальних даних.

Середні арифметичні значення і коефіцієнти варіації температури повітря, температури на поверхні ґрунту і розстелених стрічок у світловий і нічний періоди доби у серпні за багаторічними даними, з викори-

Кореляційно-регресійні моделі зміни температури (°C) в стрічках льоносоломи з урахуванням їх щільності n_{cm} (шт./м) залежно від температури (°C) повітря і на поверхні ґрунту

Результативно – факторіальні ознаки	Коефіцієнт кореляції (чисельник) та кореляційне відношення (знаменник)	Рівняння регресії, що вирівнює експериментальні дані	R^2 – статистика	Показник оцінювання вирівнювання експериментальних даних $\lambda_{пв}$	Помилка рівняння регресії S_y , °C	Коефіцієнт детермінації k_d
Світловий період доби						
Температура на поверхні стрічки t_{nc} – температура повітря t_n	$\frac{0,762}{-}$	$t_{nc} = -4,42 + 1,48 t_n$	0,581	0,18	4,08	0,581
Температура на поверхні стрічки t_{nc} – температура на поверхні ґрунту t_r	$\frac{0,902}{-}$	$t_{nc} = 4,72 + 0,788 t_r$	0,814	0,10	2,72	0,814
Нічний період доби						
Температура на поверхні стрічки t_{nc} – температура повітря t_n	$\frac{0,695}{-}$	$t_{nc} = 1,30 + 0,738 t_n$	0,483	0,14	1,72	0,483
Температура на поверхні стрічки t_{nc} – температура на поверхні ґрунту t_r	$\frac{0,763}{-}$	$t_{nc} = 0,68 + 0,791 t_r$	0,582	0,13	1,56	0,582
О шостій годині						
Температура під стрічкою t_{nc} – щільність стрічки n_{cm}	$\frac{0,852}{0,917}$	$t_{nc} = 6,32 n_{cm}^{0,10247}$	0,841	0,029	0,64	0,726
Зменшення охолодження стрічки $t_{ок,c}$ – щільність стрічки n_{cm}	$\frac{0,852}{0,915}$	$t_{ок,c} = 0,0115 n_{cm}^{0,707}$	0,837	0,200	0,42	0,726
О п'ятнадцятій годині						
Температура під стрічкою t_{nc} – щільність стрічки n_{cm}	$\frac{0,980}{0,969}$	$t_{nc} = 69,294 n_{cm}^{-0,134}$	0,939	0,025	0,78	0,961
Зниження прогрівання стрічки $t_{пр,c}$ – щільність стрічки n_{cm}	$\frac{0,980}{0,987}$	$t_{пр,c} = 0,198 n_{cm}^{0,48556}$	0,975	0,045	0,39	0,960

станням яких опрацьовані модельні рівняння регресії (табл. 1), наведені в табл. 2.

За наведеними даними середня температура на поверхні розстелених стрічок з урахуванням температур у світловий і нічний періоди доби становить 19,5 °C. З урахуванням температури під стрічками соломи, що мали різну щільність розстилання, о 6-й і 15-й годинах (табл. 1) осереднена температура під стрічками змінювалася в межах 18,6-20,6 °C.

Отже, дослідження температури в різних шарах стрічок соломи свідчать, що за осередненими значеннями ця температура змінюється в межах, які забезпечують успішний розвиток пліснявих грибів.

Після заходу і до сходу сонця (говоритимемо у нічний період доби) стрічки охолоджуються, а у світловий період – прогриваються. Ступінь охолодження визна-

Таблиця 2

Середні арифметичні значення і коефіцієнти варіації температур повітря та на поверхнях ґрунту і стрічок соломи у світловий і нічний періоди доби за готування трести росяним мочінням

Статистичні показники температури	Температура в періоди доби					
	Світловий			Нічний		
	повітря	на поверхні		повітря	на поверхні	
		ґрунту	стрічок		ґрунту	стрічок
Середнє арифметичне значення, °C	21,3	28,5	27,1	14,5	14,3	12,0
Коефіцієнт варіації, %	15,5	25,3	23,2	15,9	16,2	20,0

чали за різницею показів термометрів під стрічкою і на її поверхні о 6-й годині, тобто у нічний період температура під стрічками дещо перевищує температуру на поверхні стрічок. Прогрівання стрічок визначали за різницею показів термометрів на поверхні стрічок і під ними о 15-й годині. Із зміною щільності стрічок від 500 до 4000 шт./м охолодження стрічок зменшується за зростаючою ступеневу залежністю від 0,9 до 3,7 °C, а їх прогрівання знижується за такою ж залежністю від 4,3 до 11,2 °C (табл. 1). Проте залишилося нез'ясованим оцінювання температури під стрічками розстеленої соломи залежно від температури повітря і температури на поверхні ґрунту.

Мета дослідження – вивчити температурні умови вилежування соломи в розстелених стрічках різної щільності за готування трести росяним мочінням.

Завдання дослідження: 1) дослідити зміну температури під стрічками розстеленої соломи з урахуванням їх щільності залежно від температур повітря і на поверхні ґрунту; 2) оцінити зміну температури під стрічками в характерні години доби з урахуванням підвищення температур повітря і поверхні ґрунту залежно від щільності розстелених стрічок; 3) проаналізувати зміну інтенсивності підвищення температури під стрічками в характерні години доби при зростанні температури повітря і поверхні ґрунту залежно від щільності розстелених стрічок.

Об'єкт і методика досліджень. Об'єкт досліджень – технологічний процес готування рошенцевої льонотрести з оцінюванням температурних умов протікання цього процесу. Методику досліджень висвітлено раніше [11, 12].

Результати досліджень. За характерні години доби прийнята шоста і п'ятнадцята години. Таке зумовлено тим, що мінімальні температури повітря і на поверхні ґрунту переважно спостерігаються в період готування рошенцевої трести (серпень) орієнтовно о 6 год, а максимальні – о 15 год. Між показами термометрів під стрічками t_{nc} за їх щільності в межах 500-4000 шт./м і температурами повітря t_n та на поверхні ґрунту t_r виявлено додатний кореляційний зв'язок.

Найбільш тісний зв'язок з коефіцієнтами кореляції залежно від щільності стрічок 0,569-0,952 відмічено між температурою під стрічками і температурою на

Кореляційно-регресійні рівняння прямолінійної зміни температури t_{nc} (°C) під стрічками льоносолами різної щільності *)

Щільність стрічки льоносолами $n_{см}$, шт./м	Залежно від температури (°C)			
	повітря t_n		на поверхні ґрунту t_r	
	Рівняння регресії	R^2	Рівняння регресії	R^2
500	$t_{nc} = 0,717 + 0,897t_n$	0,550	$t_{nc} = 0,410 + 0,880t_r$	0,679
	$t_{nc} = 3,741 + 1,090t_n$	0,594	$t_{nc} = 16,62 + 0,363t_r$	0,596
1000	$t_{nc} = 3,620 + 0,725t_n$	0,525	$t_{nc} = 3,783 + 0,717t_r$	0,658
	$t_{nc} = 5,475 + 0,956t_n$	0,428	$t_{nc} = 18,16 + 0,278t_r$	0,327
1500	$t_{nc} = 2,547 + 0,853t_n$	0,704	$t_{nc} = 4,143 + 0,742t_r$	0,682
	$t_{nc} = 3,910 + 0,976t_n$	0,582	$t_{nc} = 16,93 + 0,281t_r$	0,438
2000	$t_{nc} = 4,652 + 0,716t_n$	0,752	$t_{nc} = 5,006 + 0,694t_r$	0,906
	$t_{nc} = 10,51 + 0,625t_n$	0,379	$t_{nc} = 17,26 + 0,226t_r$	0,448
2500	$t_{nc} = 5,402 + 0,649t_n$	0,448	$t_{nc} = 5,335 + 0,658t_r$	0,589
	$t_{nc} = 9,781 + 0,636t_n$	0,618	$t_{nc} = 17,62 + 0,202t_r$	0,565
3000	$t_{nc} = 6,579 + 0,535t_n$	0,354	$t_{nc} = 6,013 + 0,639t_r$	0,523
	$t_{nc} = 13,34 + 0,428t_n$	0,169	$t_{nc} = 18,71 + 0,133t_r$	0,149
3500	$t_{nc} = 7,528 + 0,497t_n$	0,258	$t_{nc} = 7,028 + 0,536t_r$	0,386
	$t_{nc} = 10,64 + 0,550t_n$	0,595	$t_{nc} = 17,90 + 0,161t_r$	0,462
4000	$t_{nc} = 9,417 + 0,405t_n$	0,207	$t_{nc} = 8,863 + 0,447t_r$	0,324
	$t_{nc} = 11,60 + 0,462t_n$	0,258	$t_{nc} = 17,99 + 0,126t_r$	0,175

*) В чисельнику – о шостій годині, в знаменнику – о п'ятнадцятій.

поверхні ґрунту о 6 годині. Дещо слабший зв'язок з коефіцієнтами кореляції 0,455-0,867 виявлений між температурою під стрічками і температурою повітря о 6 год. Ще слабший зв'язок з коефіцієнтами кореляції 0,411-0,786 відмічено між температурами під стрічками і температурою повітря о 15 год. Найменш слабкий зв'язок з коефіцієнтами кореляції 0,418-0,772, властивий зміні температури під стрічками, і температурою на поверхні ґрунту о 15 годині.

Аналіз коефіцієнтів кореляції досліджуваних парних зв'язків показує, що незалежно від досліджуваної залежності простежується зменшення коефіцієнтів при збільшенні щільності розстелених стрічок. Це свідчить, що із збільшенням щільності стрічок вплив температур повітря і поверхні ґрунту на зміну температури в нижніх шарах стрічок зменшується. В табл. 3 наведені кореляційно-регресійні рівняння прямолінійної зміни температури під стрічками соломи різної щільності залежно від температур повітря і на поверхні ґрунту. Поряд з рівняннями вказані

значення R^2 -коефіцієнтів, що оцінюють вірогідність апроксимації експериментальних даних температур рівняннями прямих з додатними кутовими коефіцієнтами. З табл. 3 видно, що тільки за щільності стрічки $n_{см} = 500$ шт./м вільний член рівнянь кількісної зміни t_{nc} залежно від t_n і t_r має значення, які менші від одиниці. В решті зв'язків значення вільного члена рівнянь перевищують одиницю. Експериментальні дані відповідних температур і лінії регресії, що побудовані за рівняннями, які вказані в табл. 3, наведені на рис. 1.

З рис. 1 і табл. 3 видно, що з урахуванням щільності розстелених стрічок температура під ними о 6 годині підвищується в міру збільшення щільності. Інакше охолодження нижніх шарів стрічок при збільшенні їх товщини відбувається більш сповільнено. За кутовими коефіцієнтами рівнянь та з графічного їх подання видно, що з підвищенням температури повітря на 10 °C температура під стрічками зростає приблизно в межах 9-4 °C із сповільненням цього зростання при збільшенні щільності розстелених стрічок.

О 15 годині стрічки прогріваються, але ступінь цього прогрівання, за першими членами рівнянь, у міру збільшення щільності стрічок хоча й зростає, але із сповільненням. Із підвищенням температури повітря на 10°C о 15 год температура під стрічками зростає на 10-5 °C з поступовим зменшенням інтенсивності зростання при збільшенні щільності розстелених стрічок.

З рівнянь і графіків зміни температури під стрічками о 6 год залежно від температури на поверхні ґрунту видно, що досліджувана зміна з урахуванням щільності розстелених стрічок за першими членами рівнянь і їх кутовими коефіцієнтами кількісно відбувається майже так, як і зміна температурного стану стрічок

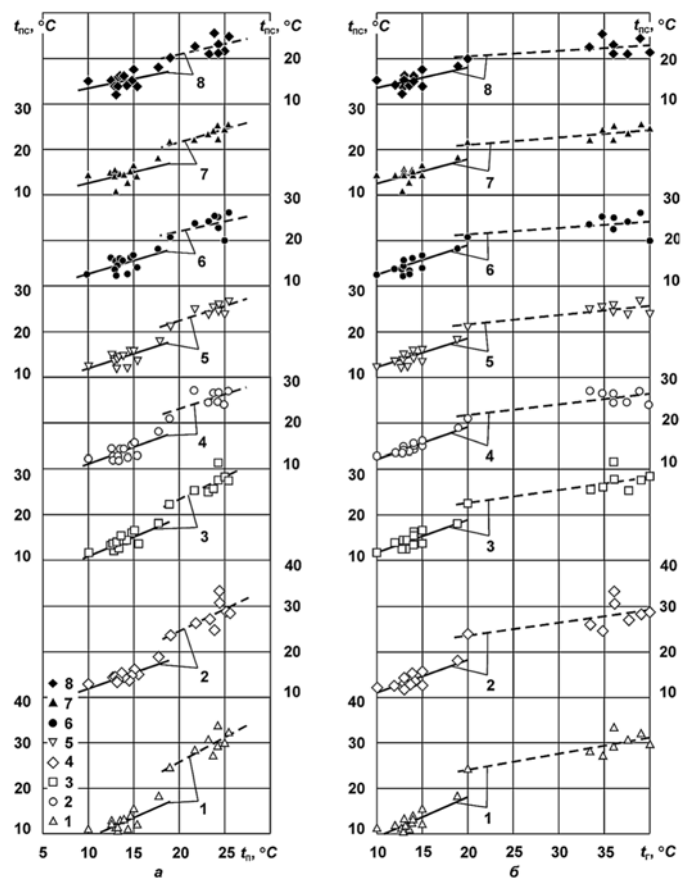


Рис. 1 – Зміна температури під стрічкою соломи t_{nc} о 6 год (суцільні лінії) і о 15 год (пунктирні) залежно від температури повітря t_n (а) і температури на поверхні ґрунту t_r (б) за щільності розстелених стрічок: 1 – 500 шт./м; 2 – 1000; 3 – 1500; 4 – 2000; 5 – 2500; 6 – 3000; 7 – 3500; 8 – 4000 шт./м

залежно від температури повітря. Таке ж стосується і зміни температури під стрічками о 15 год залежно від температури ґрунту.

Відомо, що в рівняннях прямолінійної регресії вільний член часто не має логічного сенсу і визначає ординату за умови, що аргумент дорівнює нулю, тобто значення аргумента в цьому випадку і вільного члена рівняння характеризують загальний початок відліку за графічного подання відшуканого рівняння. В цьому дослідженні значення вільного члена рівнянь, що описують зміну температури під стрічками залежно від

температури повітря і температури на поверхні ґрунту з урахуванням щільності розстелених стрічок, інтерпретуємо як умовну температуру $t_{\text{пс}}^0$, яка опосередковано визначає температурний стан стрічок за різної їх щільності (кількості розстелених стебел на одному погонному метрі стрічки).

Продовження статті в наступному номері.