

*В статье приводится анализ современного состояния и тенденций развития эргономики в развитых странах мира.*

***Эргономика, человеческий фактор, эргономические показатели.***

*In paper the analysis of current state and tendencies of development of ergonomics in developed countries of world is resulted.*

***Ergonomics, human factor, ergonomic indexes.***

УДК 633.521:631.172

## **ТЕМПЕРАТУРНИЙ СТАН СТРІЧОК РОЗСТЕЛЕНОЇ ЛЬОНОСОЛОМИ ПРИ ГОТУВАННІ РОШЕНЦЕВОЇ ТРЕСТИ**

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

*Висвітлений зв'язок температур на поверхнях ґрунту і стрічок розстеленої льоносоломи при готуванні рошенцевої трести. Досліджено перепад температур на поверхні стрічок і під ними з урахуванням їх щільності у світловий та нічний періоди доби.*

***Льон-довгунець, солома, стрічка, щільність, рошенцева треста, готування, температура.***

**Постановка проблеми.** Із способів обробляння лляної соломи відомі холодноводне мочіння, аеробне і анаеробне та комбіноване аеробно-анаеробне і ферментативне мочіння. Існують тепловодне мочіння лляної соломи та хімічний і фізико-хімічний способи готування лляної трести [1]. Перераховані способи обробляння лляної соломи відносять до екологічно шкідливих, енергозатратних та таких, що досить вартісні [2, 3, 4]. Найбільш екологічно безпечним, найменш енергозатратним і економічно доцільним є готування льонотрести шляхом росяного мочіння. Проте готування рошенцевої трести залежить від погодних умов льонозбирального періоду і зокрема температури середовища. У пропонованому повідомленні передбачено висвітлити деякі з питань оцінювання температурного стану розстелених стрічок соломи в загальній проблемі наукового забезпечення готування рошенцевої льонотрести.

© А.С. Лімонт, 2013

**Аналіз останніх досліджень.** Готування трести росяним мочінням відбувається на стелищах, якими за комбайнового збирання є поля, на яких вирощували і збирають льон-довгунець. Таке виготовлення зумовлено дією мікроорганізмів, розвиток яких проходить успішно за відповідної температури навколишнього середовища. За даними М.Є. Єгорова, В.П. Клявіної, В.В. Макарова, Й.Й. Піуновського, А.Н. Сівцова, А.Ф. Скорченка, К.Ф. Терпіловського, С.Є. Чеснокова та ін. найкращою (оптимальною, найбільш сприятливою, яка дає належні результати) є температура за крайніми (найнижчим і найвищим) її значеннями, що становить 15...20°C. Якість рошенцевої льонотрести і одержуваного з неї волокна залежить від щільності розстелених стрічок соломи, яка визначається густотою стеблостою перед збиранням і робочою шириною захвату комбайна. Щільність стрічок оцінюють переважно кількістю розстелених стебел в розрахунку на 1 погонний метр довжини стрічки (шт./м) або ж масою розстеленої соломи в розрахунку на 1 гектар (т/га). Огляд літературних джерел свідчить, що з урахуванням реальних густот стеблостою і ширини захвату бралок льонозбиральних машин досліджували щільність стрічок соломи від 600 до 5000 шт./м, а за масою розстеленої соломи – до 8 т/га. Дослідження Н.Г. Коренського і Б.Ф. Слонєвського показують, що кількісний і якісний склад мікроорганізмів, які впливають на вилежування трести, неоднаковий в нижніх і верхніх шарах розстелених стрічок. Н.Г. Коренський вказує, що на початку мацерації соломи із збільшення маси її розстилання понад 4...5 т/га із-за зменшення інтенсивності сушіння стебел кількість пектинруйнуючих грибів може зменшуватися, а із зниженням температури повітря в нічний час температура в товстих стрічках на 1...1,5°C вища, ніж в тонких. Цитований дослідник відмічає, що температурні умови в стрічках розстеленого льону із збільшенням щільності стрічок менш залежать від коливань температури повітря. За даними [5] із збільшенням щільності розстелених стрічок соломи від 500 до 4000 стебел на 1 м довжини стрічки мінливість температури під стрічкою зменшується за гіперболічною залежністю.

Оскільки готування рошенцевої трести відбувається в стрічках соломи, що розстелена на поверхні ґрунту, який вкритий трав'яним покривом, то природно з'ясувати і оцінити зв'язок між температурою у відповідних шарах стрічок розстеленої соломи і температурою на поверхні ґрунту. Мінімальна температура на поверхні ґрунту спостерігається здебільшого перед сходом сонця, що в період готування рошенцевої трести в серпні [2, 3] орієнтовно припадає на шосту годину, а максимальне значення температури частіше всього

спостерігається о 15 годині, хоча в окремі роки спостерігається о 12 або 18 годинах [5].

**Мета досліджень** полягала у підвищенні ефективності екологічно спрямованого виробництва льону-довгунця шляхом пізнання температурних умов росяного мочіння соломи. *Завдання дослідження:* 1) дослідити зміну температури на поверхні розстелених стрічок соломи у світловий і нічний періоди доби залежно від температури на поверхні ґрунту; 2) проаналізувати вплив щільності стрічок розстеленої соломи на «прогрівання» стрічок у світловий період доби та їх «охолодження» у нічний період.

*Об'єкт та методика дослідження.* Об'єктом дослідження був технологічний процес готування рошенцевої трести з визначенням температури в стрічках розстеленої соломи з урахуванням температури на поверхні ґрунту. Впродовж трирічних спостережень за температурою в стрічках при вилежуванні соломи льон-довгунець збирали агрегатом у складі комбайна ЛК-4Т. В день збирання з розстелених комбайном стрічок формували дослідні стрічки зі щільністю, що змінювалася в межах від 500 до 4000 шт./м з інтервалом в 500 стебел на метр довжини рядка. Стрічки розстеляли в с. Грозіно Коростенського району Житомирської області на полі з трав'яним покривом зі щільністю в середньому  $967 \text{ г/м}^2$  за вологості трави 67,9%. Температуру на поверхнях стрічок і під ними визначали за показами термометрів ТМ-3. Температуру на поверхні ґрунту вибирали з відповідних форм звітності Коростенської метеостанції. Обробка експериментальних даних здійснена на засадах математичної статистики та з використанням стандартних комп'ютерних програм.

**Результати досліджень.** У світловий період доби (вдень) о 9-й, 12, 15 і 18-й годинах температура на поверхні стрічок нижча, ніж температура на поверхні ґрунту (інколи спостерігалися випадки навпаки). Від заходу і до сходу сонця (будемо говорити «вночі») о 21-й, 24 (0), 3 і 6-й годинах температура на поверхні розстелених стрічок також нижча, ніж температура на поверхні ґрунту.

У світловий період доби в серпні середнє арифметичне значення температури на поверхні ґрунту, середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації становили відповідно  $28,5$  і  $7,2^\circ\text{C}$  та  $25,3\%$ . У такий же період доби аналізовані показники на поверхні розстелених стрічок були дещо меншими і становили відповідно  $27,1$  і  $6,3^\circ\text{C}$  та  $23,2\%$ . У нічний період середнє арифметичне значення і середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації температури на поверхні ґрунту дорівнюють відповідно  $14,3$  і  $2,3^\circ\text{C}$  та  $16,2\%$ . У цей же період доби аналогічні показники температури на поверхні розстелених стрічок становили  $12,0$  і  $2,4^\circ\text{C}$  та  $20,0\%$ .

З аналізу мінливості досліджуваних температур за коефіцієнтом варіації випливає, що у світловий період більш мінлива температура на поверхні ґрунту у порівнянні з мінливістю температури на поверхні стрічок. У нічний період доби навпаки – мінливість температури на поверхні стрічок перевищує мінливість температури на поверхні ґрунту.

Спостереження свідчать, що у нічний період температура на поверхні ґрунту  $t_r$  завжди перевищує температуру на поверхні розстелених стрічок  $t_{hc}$  ( $t_r > t_{hc}$ ). У світловий період переважно  $t_r > t_{hc}$ , але є і випадки, за яких  $t_r < t_{hc}$ . Тут за результативну ознаку прийнято температуру на поверхні розстелених стрічок, а в якості факторіальної – температуру на поверхні ґрунту. Кореляційний аналіз показав, що між результативною і факторіальною ознаками виявлений додатний кореляційний зв'язок. При цьому модельні рівняння регресії температури на поверхні стрічок  $t_{hc}$  (°C) на температуру на поверхні ґрунту  $t_r$  (°C) мають вигляд:

- стосовно світлового періоду доби

$$t_{hc} = 4,72 + 0,788 t_r \quad (1)$$

при  $r = 0,902$ ;  $\lambda_{пв} = 0,10$ ;  $S_y = 2,72^\circ\text{C}$  і  $k_d = 0,814$ ;

- стосовно нічного періоду

$$t_{hc} = 0,68 + 0,791 t_r \quad (2)$$

при  $r = 0,763$ ;  $\lambda_{пв} = 0,13$ ;  $S_y = 1,56^\circ\text{C}$  і  $k_d = 0,582$ ,

де  $r$  – коефіцієнт кореляції між досліджуваними результативною і факторіальною ознаками;  $\lambda_{пв}$  – показник оцінювання вирівнювання експериментальних значень температури на поверхні стрічок рівнянням прямої регресії з додатним кутовим коефіцієнтом, що являє відношення основної помилки вирівнювання до середнього значення результативної ознаки;  $S_y$  – помилка рівнянь (1) і (2) прямої регресії, яку визначали за середнім квадратичним відхиленням результативної ознаки і коефіцієнтом кореляції між досліджуваними ознаками;  $k_d$  – коефіцієнт детермінації, що визначає силу впливу факторіальної ознаки на результативну.

Менше значення коефіцієнта кореляції властиве оцінюванню зв'язку між температурою на поверхні стрічок і температурою на поверхні ґрунту у нічний період доби. Розрахований показник  $\lambda_{пв}$ , що дорівнює 0,10 і 0,13, є свідченням задовільного вирівнювання експериментальних даних опрацьованими рівняннями. За помилками  $S_y$  рівнянь (1) і (2) з'ясували, що в зону, яка визначає межі зміни температури на поверхні стрічок з урахуванням цих помилок, увійшло 70,6 і 68,8% значень  $t_{hc}$ , використаних для розрахунку вказаних рівнянь. За значеннями коефіцієнтів детермінації варіація температури на поверхні ґрунту у світловий період доби на 81%, а в нічний – на 58% причинно зумовлює

варіацію температури на поверхні стрічок.

Кореляційні поля, що інтерпретують зв'язок між температурою на поверхні стрічок і температурою на поверхні ґрунту у світловий і нічний періоди доби, та модельні лінії прямолінійної регресії, які побудовані за рівняннями (1) і (2), наведені на рис. 1.

З рис. 1 та рівнянь (1) і (2) видно, що діапазон зміни температури на поверхні ґрунту у світловий період майже у 2,5 раза перевищує діапазон зміни температури на поверхні ґрунту у нічний час. За модельними лініями регресії простежується, що у світловий і нічний періоди температура на поверхні стрічок дещо нижча у порівнянні з температурою на поверхні ґрунту.

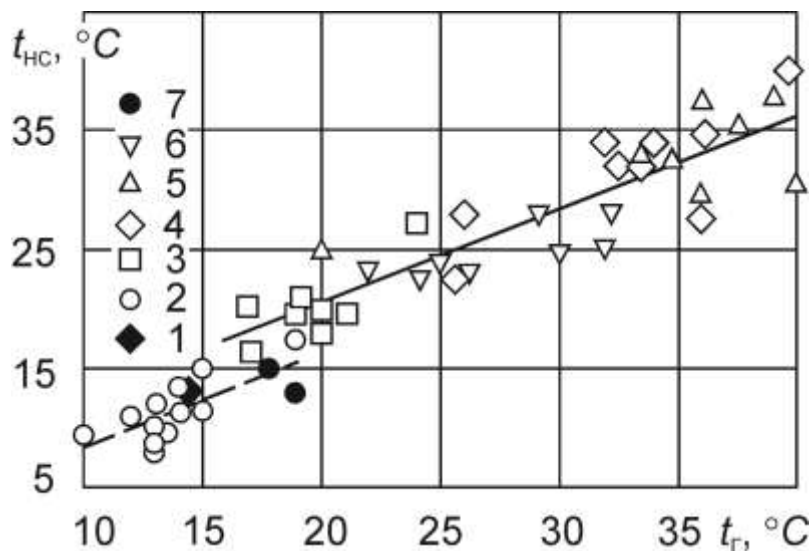


Рис. 1. Зміна температури на поверхні стрічок  $t_{нс}$  у світловий (суцільна лінія) та у нічний (пунктирна) періоди доби залежно від температури на поверхні ґрунту  $t_г$ : 1 – нуль година; 2 – шоста; 3 – дев'ята; 4 – дванадцята; 5 – п'ятнадцята; 6 – вісімнадцята; 7 – двадцять перша година.

Із збільшенням щільності розстелених стрічок від 500 до 4000 стебел на 1 м довжини стрічки температура під ними  $t_{пс}$  о 6-й годині зростає за степеневою залежністю від 12,0 до 14,8°C, що свідчить про зменшення «охолодження» нижніх шарів стрічок при збільшенні їх щільності. О 6-й годині температура на поверхні стрічок  $t_{нс}$  нижча, ніж температура під ними  $t_{пс}$ . За різницею між  $t_{пс}$  і  $t_{нс}$  визначали зменшення «охолодження»  $t_{ох.с}$  нижніх шарів стрічок у порівнянні з температурою на їх поверхні у міру збільшення щільності (рис. 2). Це зменшення зростає від 0,9 до 4,0°C і описується степеневою залежністю вигляду:

$$t_{ох.с} = 0,0115 n_{см}^{0,707}, \quad (3)$$

де  $n_{см}$  – щільність стебел у стрічці розстеленої соломи, шт./м.

Основна помилка вирівнювання різниці температур  $t_{\text{ох.с}}$  о 6-й годині залежно від щільності стрічок розстеленої соломи рівнянням (3) степеневі функції становила  $0,52^{\circ}\text{C}$  за відношення цієї помилки до середнього значення визначеної різниці  $0,20$ . Вирівнювання експериментальних значень  $t_{\text{ох.с}}$  прямою з додатним кутовим коефіцієнтом забезпечило значення  $R^2$ -коефіцієнта  $0,726$ , експонентою і показовою функцією –  $0,677$ , гіперболою –  $0,793$ , степеневі (3) –  $0,837$ , а логарифмічною –  $0,842$ . З аналізу рівняння прямолінійної зміни  $t_{\text{ох.с}}$  залежно від  $n_{\text{см}}$  впливало, що з підвищенням щільності стрічок на  $1000$  шт./м «охолодження» середовища під стрічкою може зменшуватися на  $7^{\circ}\text{C}$ . За рівнянням гіперболи простежувалося асимптотичне зниження «охолодження» під стрічками до  $4^{\circ}\text{C}$ .

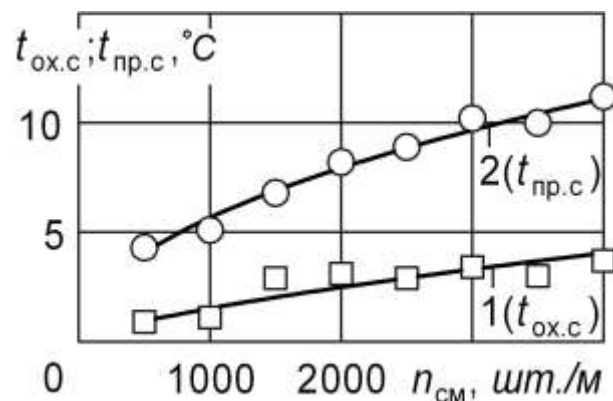


Рис. 2. Кількісне оцінювання «охолодження» середовища під стрічками  $t_{\text{ох.с}}$  (1) о 6-й годині та його «прогрівання»  $t_{\text{пр.с}}$  (2) о 15-й годині за показами термометрів на поверхні стрічок і під ними залежно від щільності стебел  $n_{\text{см}}$  в стрічках розстеленої соломи

Різниця між температурою на поверхні стрічок і температурою під ними характеризує зниження «прогрівання» нижніх шарів стрічок. Зниження «прогрівання» за температурою середовища нижніх шарів стрічок зростає із збільшенням щільності розстелених стрічок. Проаналізовано вирівнювання експериментальних даних зростання зниження «прогрівання» нижніх шарів розстелених стрічок рівняннями прямої з додатним кутовим коефіцієнтом ( $R^2 = 0,960$ ), гіперболи ( $R^2 = 0,774$ ), експоненціальної і показової функцій ( $R^2 = 0,918$ ) та степеневі залежності ( $R^2 = 0,975$ ). Отже, за  $R^2$ -коефіцієнтом найкраще наближення до експериментальних даних забезпечує їх апроксимація степеневі залежністю. З рівняння прямолінійного зростання зниження «прогрівання» нижніх шарів стрічок впливало, що із збільшення щільності розстелених стрічок на  $1000$  стебел на  $1$  м довжини стрічки «прогрівання» знижувалося на  $2^{\circ}\text{C}$ . Якщо ж проаналізувати зміну «прогрівання» за рівнянням

зростаючої гіперболи, що за її асимптотою можливо прогнозувати граничне зниження «прогрівання» із підвищенням щільності стрічок, що може сягати близько 11°C. На рис. 2 наведені експериментальні дані досліджуваної зміни температури в розстелених стрічках соломи о 15 годині за різницею в показах термометрів на поверхнях стрічок і ними  $[t_{пр.с} = (t_{нс} - t_{пс})]$  залежно від щільності стрічок та прогнозована зміна зростання зниження «прогрівання» за кривою 2. Крива 2 є графічним зображенням степеневої функції вигляду:

$$t_{пр.с} = 0,198 n_{см}^{0,48556} \quad \text{при } \sigma_o = 0,37 \quad \text{і } \lambda_{пв} = 0,045, \quad (4)$$

де  $t_{пр.с}$  – зниження «прогрівання» нижніх шарів стрічок розстеленої соломи за різницею показів термометрів на поверхні стрічки і під нею о 15-й годині, °С;  $n_{см}$  – щільність стрічки розстелених стебел соломи, шт./м;  $\sigma_o$  – основна помилка вирівнювання експериментальних даних визначеною степеневою функцією;  $\lambda_{пв}$  – показник оцінювання вирівнювання експериментальних значень  $t_{пр.с}$  рівнянням (4).

**Висновок.** У світловий період доби температура на поверхні ґрунту більш мінлива, ніж температура на поверхні стрічок, а у нічний період більш мінливіша температура на поверхні стрічок. У нічний період температура на поверхні ґрунту завжди перевищує температуру на поверхні розстелених стрічок. У світловий період – переважно температура на поверхні ґрунту перевищує температуру на поверхні стрічок, але спостерігаються випадки, за яких температура на поверхні ґрунту нижча, ніж температура на поверхні стрічок. Між температурою на поверхні стрічок і температурою на поверхні ґрунту виявлений додатний кореляційний зв'язок, що стосовно світлового періоду оцінюється коефіцієнтом кореляції 0,902, а нічного – 0,763. З модельних рівнянь і ліній прямолінійної регресії видно, що у світловий і нічний періоди температура на поверхні стрічок дещо нижча у порівнянні з температурою на поверхні ґрунту. «Охолодження» стрічок оцінювали за різницею показів термометрів під стрічкою і на поверхні стрічок о 6-й годині, а «прогрівання» – за різницею показів термометрів на поверхні стрічок і під ними о 15-й годині. Із збільшенням щільності стрічок від 500 до 4000 шт./м зменшення «охолодження» і зниження «прогрівання» стрічок зростають за степеневими залежностями. За умови подання цих зростань гіперболічною кривою інтенсивність зміни температур уповільнюється з підвищенням щільності стрічок понад 2000 шт./м. З'ясовані кількісні зміни температур розкривають зміст впливу щільності стрічок соломи на вихід і якість волокна, що одержують з рошенцевої трести [6]. Напрямо подальших досліджень слід зосередити на вивченні температурного стану стрічок розстеленої соломи за різної їх щільності залежно від температури повітря і на поверхні ґрунту.

## Список літератури

1. *Льон-довгунець*. Терміни та визначення понять: ДСТУ 4511: 2006. – [Чинний від 2006 – 09 – 01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 46 с.
2. *Виробництво льоноволокна та його використання: монографія* / [І.П. Карпець, А.Ф. Скорченко, Л.А. Чурсіна та ін.]. – К: Нора-прінт, 2002. – 128 с.
3. *Дынин Ф.М.* Эффективность различных технологий обработки льняной соломы / *Ф.М. Дынин* // Вопросы технологии промышленности лубяных волокон: научно-исследовательские тр. / Центр. НИИ промышленности лубяных волокон (ЦНИИЛВ). – М., 1975. – Т. 30. – С. 3–21.
4. *Макаєв В.* Приготування лляної трести способом розстилання на слищі / *В. Макаєв, Р. Гілязетдінов, В. Шейченко* // Техніка АПК. – 2005. – № 10 – 11. – С. 22–23.
5. *Лімонт А.С.* Температурний режим стрічок розстеленої льоносоломи при приготуванні трести росяним мочінням / *А.С. Лімонт, В.О. Ломакін* // Зб. наук. пр. Подільського держ. аграр.-техніч. ун-ту: сучасні проблеми збалансованого природокористування (спец. вип. до VI наук.-практ. конф.). – Кам'янець-Подільський: Подільський держ. аграрн.-техніч. ун-т, 2011. – С. 170–175.
6. *Лімонт А.* Вихід і якість волокна з трести росяного мочіння за різної щільності стрічки льоносоломи / *А. Лімонт* // Техніка і технології АПК. – 2012. – № 5. – С. 29–33.

*Освещена связь температур на поверхностях почвы и лент разостланной льносоломы при приготовлении стланцевой тресты. Исследован перепад температур на поверхности лент и под ними с учетом их плотности в дневной и ночной периоды суток.*

***Лен-долгунец, солома, лента, плотность, стланцевая треста, приготовление, температура.***

*There was highlighted the connection of temperature of soil surface and strips of outspread straw during the preparation of scrub rotted straw. There was studied the temperature difference at the strips surface and under them, including their density at day and night periods of day.*

***Fiber flax, straw, ribbon, thickness, dew-retted flax straw, preparation, temperature.***

УДК 6.31

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПОТРЕБИ В ЗЕРНОВИХ СІВАЛКАХ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

***В.Г. Опалко, інженер***

*Наведено обґрунтування потреби в зернових сівалках в умовах їх використання в сільськогосподарському виробництві.*

© В.Г. Опалко, 2013