

## Температура повітря і в стрічках льоносоломи при готуванні трести росяним мочінням

Визначено статистичний зв'язок температур повітря і на поверхні стрічок розстеленої льоносоломи при її росяному мочінні. Досліджено зміну температури під стрічками в денний і нічний періоди доби залежно від щільності розстелених стрічок.

**льоносолома, стрічка, щільність, треста, росяне мочіння, повітря, температура**

**Постановка проблеми.** При збиранні льону-довгунця тресту готують переважно тепловим або росяним мочінням. Крім цих, найбільш застосовуваних в період інтенсивного льонарства в Україні, відомі і інші способи обробляння соломи і серед них, наприклад, холодноводне мочіння та хімічні або фізико-хімічні способи. Холодноводне мочіння, що його здійснюють в річках та озерах, дуже трудомістке і екологічно шкідливе. Хімічне та фізико-хімічні способи із-за складності устаткування і його дороговизни не отримали широкого поширення і в Україні їх не застосовували [1]. Теплове мочіння вимагає значної потреби в тепловій і електричній енергії, воді та в очищенні стоків і у разі його реалізації можливий шкідливий вплив на довкілля. Готування трести росяним мочінням відносять до екологічно безпечних і енергозберігаючих способів обробляння льоносоломи. Проте таке обробляння соломи залежить від погодних умов льонозбирального періоду. У цій статті передбачено висвітлити деякі з питань проблеми оцінювання погодних умов при готуванні трести росяним мочінням.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** При комбайновому збиранні льону-довгунця готування трести росяним мочінням розпочинається з вибирання стебел, їх очісування від насінневих коробочок і наступного розстилання в стрічку для вилежування. Вилежування соломи до перетворення її в тресту, якість останньої, вихід і якість волокна залежать від товщини стрічки розстеленої соломи. Товщину стрічки визначають з використанням декількох показників, серед яких одним із оцінних є щільність, тобто кількість розстелених стебел в розрахунку на 1 м довжини стрічки  $n_{cm}$  (шт./м). Щільність стрічки залежить від густоти стеблостою перед збиранням (шт./м<sup>2</sup>) та робочої ширини захвату комбайна. З урахуванням прогнозованої густоти стеблостою і ширини захвату комбайна щільність стрічки розстелених стебел соломи може сягати 4000 шт./м і більше. Проте за такої щільності за свідченням багатьох дослідників вихід волокна із рошенцевої трести та його якісні показники дещо знижуються.

Готування трести росяним мочінням проходить в польових умовах і зумовлено дією мікроорганізмів, розвиток яких інтенсифікується за відповідних температури, вологи та світла, що є факторами природних умов. Щодо температури, то за [2] найкращою є температура 15...20°C, за [3] оптимальною – 18...20°C, за [4, 5] найбільш сприятливою, що близька до 18°C, а за [6] розстилання соломи на стелищах дає належні результати за температури 17...20°C. Кількісне оцінювання розвитку мікроорганізмів, що сприяють вилежуванню трести, в нижніх і верхніх шарах розстелених стрічок з

наприклад, Н.Г. Коренського [7] та Б.Ф. Слоневського [8]. Дослідники вказують, що кількісний і якісний склад мікроорганізмів залежить від погодних умов вилежування трести і їх розвитку сприяє перевертання стрічок, за якого зменшується різниця між кількістю грибів у верхньому і нижньому шарах стрічок. У працях [4, 5] вказано, що різкі коливання температури негативно відбиваються на життєдіяльності мікроорганізмів, збільшуючи тривалість вилежування трести та спричиняючи зниження якості волокна. Н.Г. Коренський [7] відмічає, що температурні умови в стрічках розстеленого льону-довгунця зі збільшенням норми розстилання від 2,2...2,5 до 6,8...7 т/га (від 1087 до 2134 шт. стебел на 1 м стрічки) менш залежать від коливань температури повітря, які негативно впливають на процес мацерації льону-довгунця. Проте в літературних джерелах не виявлені відомості як щодо мінливості температури повітря в льонозбиральний період, так і про мінливість температури в розстелених стрічках соломи при її росяному мочінні.

*Мета дослідження* полягала у визначенні температурних умов готування льонотрести росяним мочінням з оцінюванням температури повітря і температури в розстелених стрічках соломи як факторів екологічно спрямованого виробництва льону-довгунця. *Завдання дослідження*: 1) визначити і проаналізувати добовий хід температури повітря і на поверхні розстелених стрічок соломи; 2) з'ясувати мінливість температури повітря і на поверхні розстелених стрічок у світловий та у нічний періоди доби; 3) дослідити статистичний зв'язок між температурою на поверхні розстелених стрічок і температурою повітря у світловий та у нічний періоди доби; 4) опрацювати модельні рівняння і лінії регресії температури на поверхні стрічок на температуру повітря; 5) оцінити зміну температури під стрічкою розстеленої соломи залежно від її щільності та відшукати прогностичні функції результативної ознаки на факторіальну.

**Об'єкт та методика дослідження.** Об'єктом дослідження був один із складових елементів технологічного процесу готування трести росяним мочінням, що полягав в оцінюванні температурних умов вилежування соломи. Спостереження за температурними умовами в процесі вилежування соломи льону-довгунця сорту Томський-10 вели впродовж трьох років (1972, 1973 і 1974 рр.). В день збирання льону-довгунця агрегатом у складі комбайна ЛК-4Т з одержаних комбайнових стрічок вручну формували дослідні стрічки зі щільністю 500...4000 шт./м з інтервалом в 500 шт./м. Стрічки визначеної щільності розстеляли в с. Грозіно Коростенського району Житомирської області на полі з трав'яним покривом під ними зі щільністю в середньому 967 г/м<sup>2</sup> за вологості трави 67,9%. Визначення температури на поверхнях стрічок і під ними вели за методикою, що наведена у книзі [9] за показами рідинних термометрів ТМ-3. Температуру повітря вибирали з відповідних форм звітності Коростенської метеостанції. Наявність відповідного трав'яного покриву під розстеленими стрічками усувала можливість контакту термометрів безпосередньо з ґрунтом. Обробка експериментальних даних здійснена на засадах математичної статистики [10, 11, 12] та з використанням стандартних комп'ютерних програм.

**Результати дослідження.** Аналіз добового ходу температури повітря і на поверхні розстелених стрічок свідчить, що найнижчі температури спостерігаються о шостій годині, а від 6-ї до 14 чи 15 години температури зростають, сягаючи в ці години максимального значення, а від вказаного часу до заходу сонця і далі вночі та до 6 години температура знижується. Відмічено, що у світловий період доби (вдень) при вимірюванні температур о 9-й, 12, 15 і 18-й годинах температура на поверхні розстелених стрічок перевищує температуру повітря. В час від заходу до сходу сонця (вночі) при вимірюванні температур о 21-й, 24 (0), з і 6-й годинах температура на поверхні розстелених стрічок нижча, ніж температура повітря. Інакше у світловий період доби (до 15, а інколи до 18 години) стрічки «прогріваються», а вночі і до 6

години – «охолоджуються».

Опрацьовано дві статистичні вибірки, перша із яких являла двомірний варіаційний ряд «температура повітря – температура на поверхні стрічок», які характеризували температурний стан стрічок у світловий період доби, а друга – «температура повітря – температура на поверхні стрічок» в нічний період доби. В цих рядах факторіальною ознакою визначено температуру повітря, а результативною – температуру на поверхні стрічок. В результаті опрацювання досліджуваних рядів виявилось, що в світловий період доби середнє арифметичне значення і середнє квадратичне відхилення температури повітря дорівнюють відповідно 21,3 і 3,3°C, а коефіцієнт варіації – 15,5%. У світловий період доби середнє арифметичне значення, середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт варіації температури на поверхні стрічок перевищували відповідні показники температури повітря і становили відповідно 27,1 і 6,3°C та 23,2%.

У нічний період доби середнє арифметичне значення і середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації температури повітря дорівнюють відповідно 14,5 і 2,3°C та 15,9%. В цей же період доби аналогічні показники на поверхні розстелених стрічок становили 12,0 і 2,4°C та 20,0%. З наведених даних випливає, що у нічний і світловий періоди доби мінливість температури на поверхні стрічок перевищує мінливість температури повітря на 4,1 і 7,7%.

Кореляційний аналіз показав, що коефіцієнти кореляції між результативною і факторіальною ознаками мають додатні значення і стосовно зміни температур у світловий період доби коефіцієнт кореляції дорівнює 0,762, а у нічний час – 0,695. Визначено, що модельні рівняння регресії температури на поверхні стрічок  $t_{нс}$  (°C) на температуру повітря  $t_{п}$  (°C) мають вигляд:

стосовно світлового періоду доби

$$t_{нс} = - 4,42 + 1,48 t_{п} \quad (1)$$

при  $r = 0,762$ ;  $\lambda_{пв} = 0,18$ ;  $S_y = 4,08^\circ\text{C}$  і  $k_d = 0,581$ ;

стосовно нічного періоду доби

$$t_{нс} = 1,30 + 0,738 t_{п} \quad (2)$$

при  $r = 0,695$ ;  $\lambda_{пв} = 0,14$ ;  $S_y = 1,72^\circ\text{C}$  і  $k_d = 0,483$ ,

де  $r$  – коефіцієнт кореляції між досліджуваними результативною і факторіальною ознаками;

$\lambda_{пв}$  – показник оцінювання вирівнювання експериментальних значень температури на поверхні стрічок рівнянням прямолінійної регресії з додатним кутовим коефіцієнтом, що являє відношення основної помилки вирівнювання до середнього значення результативної ознаки [11];

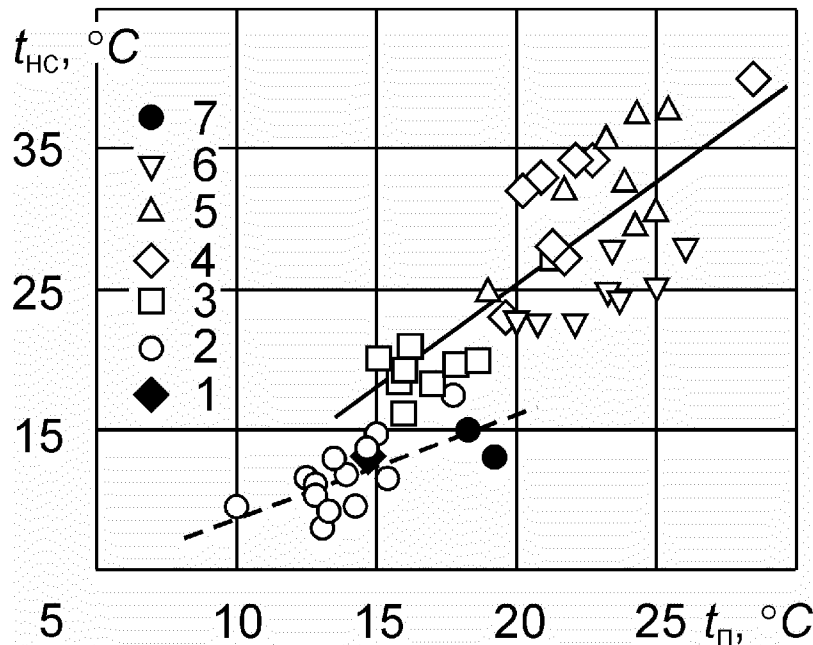
$S_y$  – помилка рівнянь (1) і (2) прямолінійної регресії, яку визначали за середнім квадратичним відхиленням результативної ознаки і коефіцієнтом кореляції між досліджуваними ознаками [12];

$k_d$  – коефіцієнт детермінації, що визначає силу впливу факторіальної ознаки на результативну [10].

Додатні коефіцієнти кореляції є ознакою підвищення температури на поверхні стрічок при збільшенні температури повітря. Проте менше значення коефіцієнта кореляції, що характеризує температурний стан стрічок у нічний час доби, є свідченням сповільненої інтенсивності зростання температури на поверхні стрічок у порівнянні з температурою у світловий період доби. Розрахований показник  $\lambda_{пв}$  дещо перевищує значення, що визначає умову задовільного вирівнювання [11]. 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 67,7 і 68,8% значень  $t_{нс}$ , використаних для розрахунку вказаних рівнянь. За значеннями коефіцієнтів детермінації варіація температури повітря у світловий період доби на 58%, а в нічний – на 48% причинно зумовлює варіацію температури на поверхні стрічок.

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



1 – нуль година; 2 – шоста; 3 – дев'ята; 4 – дванадцята;  
5 – п'ятнадцята; 6 – вісімнадцята та 7 – двадцять перша година

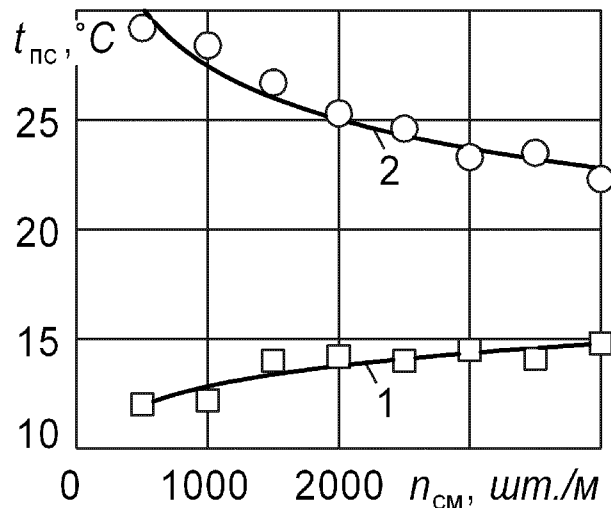
Рисунок 1 – Зміна температури на поверхні стрічок  $t_{нс}$  у світловий (суцільна лінія) та у нічний (пунктирна) періоди доби залежно від температури повітря  $t_{п}$

З рис. 1 і рівнянь (1) і (2) за другими їх членами видно, що у світловий період доби із підвищенням температури повітря температура на поверхні стрічок зростає більш інтенсивно, ніж у нічний час. За другим членом рівняння (2), оскільки він менший одиниці опосередковано можна констатувати, що у нічний час температура на поверхні розстелених стрічок дещо нижча від температури повітря, а у світловий період доби – навпаки, що і простежується з рівняння (1).

Проаналізуємо зміну температури під стрічками розстеленої соломи залежно від їх щільності. Цю зміну оцінимо стосовно характерних годин доби, а саме шостої і п'ятнадцятої, в які температура повітря і в стрічках соломи переважно відповідно найнижча і найвища. Виявилось, що о шостій годині температура під стрічками у міру збільшення їх щільності зростає, а о п'ятнадцятій годині – навпаки спадає. Для з'ясування характеру зазначеної зміни температури залежно від щільності розстелених стрічок здійснено вирівнювання експериментальних значень температури рівняннями прямолінійної залежності, гіперболи, експоненти та показової, степеневі і логарифмічної функцій. Оцінювання міри наближення апроксимуючих ліній до експериментальних даних здійснено за  $R^2$ -коефіцієнтами. Вибір відповідної апроксимуючої залежності здійснено і з урахуванням результатів попередніх досліджень, логічних міркувань та рекомендацій акад. В.П. Горячкіна [13].

Вирівнювання експериментальних значень температури під стрічками о шостій годині залежно від щільності стрічок прямою з додатним кутовим коефіцієнтом забезпечило значення  $R^2$ -коефіцієнта 0,726, гіперболою – 0,793, експонентою і

показовою функцією – 0,718, степеневою і логарифмічною залежностями відповідно 0,841 і 0,842. Графічне зображення кривих досліджуваної зміни рівняннями степеневою і логарифмічної залежностей засвідчило про фактичне їх співпадання. Апроксимація досліджуваної зміни рівнянням прямої свідчить, що в межах від 500 до 4000 стебел на 1 м стрічки збільшення щільності на 1000 шт./м викликає підвищення температури під стрічкою на 0,72°C (майже на 1°C). У разі апроксимації цієї зміни рівнянням гіперболи за її асимптотою із збільшенням щільності розстелених стрічок в досліджуваних межах температури під ними сягає граничного значення, яке становить 14,8°C (майже 15°C). У графічному поданні експериментальні дані і крива зміни температури під стрічками о шостій годині залежно від щільності стрічок наведені на рис. 2.



1 – о шостій годині; 2 – о п'ятнадцятій годині

Рисунок 2 – Зміна температури під стрічкою  $t_{пс}$  залежно від її щільності  $n_{см}$

Наведені на рис. 2 дані є результатом трирічних спостережень, за яких стосовно кривої 1 середні арифметичні значення температур повітря і на поверхні розстелених стрічок становили відповідно 13,4 і 11,1°C. Отже, о шостій годині температура повітря перевищувала температуру на поверхні стрічок, а температура під стрічками перевищувала температуру на поверхні стрічок. До відповідної щільності стрічок (орієнтовно 1500...2000 шт./м) температура під ними нижча, ніж температура повітря. З подальшим підвищенням щільності стрічок температура під ними в аналізованій час дещо перевищує температуру повітря. Отже, із збільшенням кількості розстелених стебел в стрічці уповільнюється «остигання» їх нижніх шарів. В математичній формі зміну температури під стрічкою  $t_{пс}$  (°C) о шостій годині залежно від щільності  $n_{см}$  (шт./м) можна подати рівнянням степеневої функції вигляду

$$t_{пс} = 6,32 n_{см}^{0,10247} \quad (3)$$

Крива 1, що наведена на рис. 2, побудована за рівнянням (3). Основна помилка вирівнювання експериментальних значень температури під стрічками о шостій годині залежно від щільності стрічки рівнянням степеневої функції (3) становила 0,40°C. Відношення цієї помилки до середнього значення досліджуваної температури дорівнювало 0,029, що свідчить про дотримання умови задовільного вирівнювання експериментальних даних [12].

Температура під стрічками о 15-й годині залежно від щільності стрічок за її збільшення знижується. Здійснено вирівнювання експериментальних даних рівняннями прямої з від'ємним кутовим коефіцієнтом, гіперболи, експоненціальної і показової функцій та степеневою і логарифмічною залежностей. У разі вирівнювання

досліджуваної зміни рівнянням прямої  $R^2$ -коефіцієнт мав значення 0,961, рівняннями експоненціальної і показової функцій – 0,968, логарифмічної і степеневі залежностей – відповідно 0,951 і 0,939, а гіперболи – 0,774. Як видно вирівнювання експериментальних даних наведеними апроксимуючими залежностями забезпечують належну міру їх наближення до реальної зміни температури під стрічкою залежно від її щільності. Графічне подання зміни температури за експоненціальною і показовою функціями свідчить про їх майже цілковите наближення до зміни за прямою з від’ємним кутовим коефіцієнтом. З рівняння прямолінійної зміни температури під стрічками о 15-й годині залежно від щільності стрічок випливає, що із підвищенням щільності на 1000 шт./м температура під стрічкою знижується на 2°C. З рівняння гіперболічної зміни температури залежно від щільності розстелених стрічок простежується, що з її підвищенням температура під стрічками сягає свого асимптотичного зниження, яке становить близько 23°C. За спостереженнями температура повітря о 15-й годині в середньому становила 23,3°C, а температура на поверхні стрічок – 33,5°C. На рис. 2 наведені експериментальні дані температури під стрічками та її прогнозована зміна залежно від щільності стрічок за кривою 2. Крива 2 є графічним зображенням степеневу функції вигляду

$$t_{\text{тс.15}} = 69,294 n_{\text{см}}^{-0,134} \quad \text{при } \sigma_o = 0,63^\circ\text{C} \text{ і } \lambda_{\text{пв}} = 0,025, \quad (4)$$

де  $t_{\text{тс.15}}$  – температура (°C) під стрічкою о 15-й годині;

$n_{\text{см}}$  – щільність стрічки, шт./м;

$\sigma_o$  – основна помилка вирівнювання експериментальних значень температури під стрічками о 15-й годині визначеною степеневу функцією;

$\lambda_{\text{пв}}$  – показник оцінювання вирівнювання експериментальних значень  $t_{\text{тс.15}}$  рівнянням (4).

Отже, о 15-й годині температура повітря в дні трирічних спостережень в середньому була на 10,2°C нижча за температуру на поверхні стрічок, а температура під стрічками у всьому діапазоні зміни їхньої щільності була нижча за температуру на поверхні стрічок. Температура під стрічками при зміні їхньої щільності від 500 до 2500 шт./м перевищувала температуру повітря, а з подальшим підвищенням щільності була дещо нижчою у порівнянні з температурою повітря.

**Висновки.** В льонозбиральний період готування льонотрести росяним мочінням мінімальні температура повітря і на поверхні розстелених стрічок спостерігаються, як правило, перед сходом сонця і орієнтовно припадають на 6-у, а максимальні – на 15-у годину. Мінливість температури на поверхні стрічок перевищує мінливість температури повітря у нічний час на 4,1%, а у світловий період доби на 7,7%. Між температурою на поверхні розстелених стрічок і температурою повітря виявлений додатний кореляційний зв’язок, що стосовно світлового періоду доби оцінюється коефіцієнтом кореляції 0,762, а нічного – 0,695. У світловий період доби температура на поверхні стрічок перевищує температуру повітря, а в нічний – температура на поверхні стрічок нижча температури повітря. О 6-й і 15-й годині температура під стрічкою при підвищенні їхньої щільності у першому випадку зростає, а в другому зменшується за степеневими залежностями. З’ясовані модельні рівняння і лінії регресії з оцінювання температурного стану розстелених стрічок соломи підтверджують доцільність екологічно безпечного і енергозберігаючого росяного мочіння соломи та є однією з складових щодо розкриття змісту впливу щільності стрічок соломи на вихід і якість волокна, що одержують з рошенцевої трести [14].

**Напрямок подальших розвідок** на нашу думку слід спрямувати на продовження вивчення температурного стану розстелених стрічок соломи при готуванні трести росяним мочінням та оцінюванні впливу температури на поверхні ґрунту на зміну

температури у верхньому і нижніх шарах стрічок.

## Список літератури

1. Виробництво льноволокна та його використання: монографія / [І.П. Карпець, А.Ф. Скорченко, Л.А. Чурсіна та ін.]. – К.: Нора-прінт, 2002. – 128 с.
2. Сивцов А.Н. Первичная обработка льна / А.Н. Сивцов, С.Е. Чесноков. – Костромское книжное изд-во, 1954. – 94 с.
3. Основи ведення льонарства в сучасних умовах / [Скорченко А.Ф., Карпець І.П., Ковальов В.Б. та ін.]; під ред. А.Ф. Скорченка. – К.: Нора-прінт, 2002. – 48 с.
4. Егоров М.Е. Комбайновая уборка и первичная обработка льна-долгунца / Егоров М.Е. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 122 с.
5. Макаров В.В. Первичная обработка льна / Макаров В.В. – М.: Сельхозгиз, 1950. – 176 с.
6. Пиуновский И.И. Исследование технологии раздельной уборки льна / И.И. Пиуновский, К.Ф. Терпиловский, В.П. Клявина // ЦНИИМЭСХ Нечерноземной зоны СССР: труды. – Минск: Урожай, 1969. – Т. 6. – С. 142 – 151.
7. Коренский Н.Г. Исследование сушки, толщины расстила и переворачивания соломки при вылежке на льнище в условиях Белорусской ССР: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.538 «Растениеводство» / Н.Г. Коренский. – Жодино, 1969. – 27 с.
8. Слоневский Б.Ф. Микологические процессы и качество тресты / Б.Ф. Слоневский, Л.Е. Старченко, М.И. Андрушквив // Лен и конопля. – 1972. – № 9. – С. 36 – 37.
9. Чирков Ю.И. Агрометеорология: учеб. [для студ. высш. учеб. завед. по агроном. спец.] / Чирков Ю.И. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 296 с.
10. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учеб. пособ. / Дмитриев Е.А. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1972. – 292 с.
11. Методика статистической обработки эмпирических данных: РТМ 44 – 62. – М.: Изд-во стандартов, 1966. – 100 с.
12. Уланова Е.С. Методика корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии: монография / Е.С. Уланова, В.Н. Забелин. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 208 с.
13. Горячкин В.П. Общая схема процессов / В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1968. – С. 608 – 645. – (Собрание сочинений: в 3 т. / В.П. Горячкин, т. 1).
14. Лімонт А.С. Оцінювання виходу і якості довгого волокна з урахуванням щільності стрічок розстеленої льносоломом / А.С. Лімонт // Вісн. Харків. нац. техніч. ун-ту с. г. ім. Петра Василенка: механізація с.-г. виробництва. – Х., 2012. – Вип. 124, Т. 2. – С. 348 – 357.

*А. Лімонт*

### **Температура воздуха и в лентах льносоломомы при приготовлении тресты росяной мочкой**

Определена статистическая связь температур воздуха и на поверхности лент разостланной льносоломомы при ее росяной мочке. Исследовано изменение температуры под лентами в дневной и ночной периоды суток в зависимости от плотности разостланных лент.

*A. Limont*

### **Temperature of air and atrips of atraw during the preparation of stock with dew-retting**

There was defined the statistic connection of air temperatures and at the surface of strips of outspread flax straw while its dew retting. There was studied the change of temperature under the strips at day and night periods of a day, depending upon the density of outspread strips.

Одержано 14.09.12