

АНАЛІЗ РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ У ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІЙ ЗАВІСІ

Рудницька Г.В.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Представлений аналіз результатів експериментальних досліджень мобільного пристрою для захисту рослин від радіаційних заморозків з урахуванням температурного, вологісного і часового факторів.

Вступ. Найпоширенішим методом захисту садів від заморозків за кордоном є надкронове дощування, яке дозволяє рослинам переносити зниження температури до $-8,0^{\circ}\text{C}$. Цей метод вимагає великих фінансових і ресурсних (водних) витрат, тому в Україні практично не застосовується. В наших господарствах в основному використовують малоефективне обкурювання димом.

Незважаючи на розробку цілої низки заходів задача захисту садів від заморозків не є вирішеною і на сьогоднішній день відсутній ефективний та економічний захист від цього явища природи.

Тому актуальним питанням для розвитку галузі садівництва України є розробка засобів механізації для захисту рослин від заморозків, які дають можливість захистити майбутній врожай у плодкових садах шляхом неприпустимості розвитку критичних температур для квітів і зав'язей плодкових дерев.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізом проведених досліджень існуючих засобів та машин для захисту насаджень від заморозків [1, 2] встановлено, що перспективним напрямком є створення системи захисту, що складається з моніторингу теплового (температурного) режиму агроєкосистеми, технологічного процесу захисту та технічних засобів для її реалізації.

Згідно висунутої гіпотези, одним з доцільних способів захисту агроєкосистеми від радіаційних заморозків є створення теплоізоляційної завіси [3, 4], що складається з одночасно підігрітого і зволоженого повітря, яка протистоїть виникненню заморозку і дає можливість захистити майбутній врожай у плодкових садах шляхом неприпустимості розвитку критичних температур для квітів і зав'язей плодкових дерев.

З цією метою був розроблений мобільний пристрій для захисту рослин від радіаційних заморозків [5], який створює необхідну теплоізоляційну завісу та має наступні оптимальні конструктивні параметри: довжина раструба, який подає підігріте та зволене повітря, знаходиться в діапазоні 4,5...6,2 м; оптимальний кут нахилу цього раструба в діапазоні $0^{\circ}\dots 6^{\circ}$; зона дії теплового потоку при кутовій швидкості вентилятора 56,52 рад/с – до 64 м, відповідно при 107,18 рад/с – до 87 м. Підтримання встановленого температурного режиму

забезпечується збільшенням вологості повітря шляхом введення у тепловий потік частинок води діаметром 2,5 мкм, швидкість осідання яких $1,9673 \cdot 10^{-4}$ м/с та швидкість випаровування $3,3067 \cdot 10^{-13}$ кг/с.

Для перевірки теоретичних передумов процесу роботи мобільного пристрою необхідно провести експериментальні дослідження.

Постановка задачі. Метою дослідження є вивчення дії мобільного пристрою на агроєкосистему, а саме розподілу температури в теплоізоляційній завесі. Для визначення ефективності роботи мобільного пристрою був проведений експеримент, який враховував температурний, вологісний і часовий фактори. Методика експерименту передбачала моніторинг середовища кварталу саду до початку роботи мобільного пристрою, відразу після проходження пристрою по міжряддю і через годину після проходження пристрою.

Виклад основного матеріалу. До початку експерименту за допомогою температурної сітки (рис. 1) фіксувалися початкові значення температури (t_n), а за допомогою мультиметра – значення вологості. Після проходження мобільного пристрою по міжряддю фіксувалися кінцеві значення температури (t_k) і вологості. Потім, через годину, фіксувалися залишкові значення температури (t_o) і вологості.

Температурна сітка була організована наступним чином. Досліджувана ділянка загальною шириною 7,0 м була розділена на сім рівних частин (ділянок) кожна по 1,0 м відповідно. Між встановленими опорами були закріплені напрямні на висоті 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м і 2,0 м. На напрямних встановлювалися датчики виміру температури з інтервалом 0,5 м.

У якості контрольно-вимірювальної апаратури були використані цифровий мультиметр MS-8229 та міні-термометри ST-2. Вимірювання вологості проводилося за допомогою мультиметра.

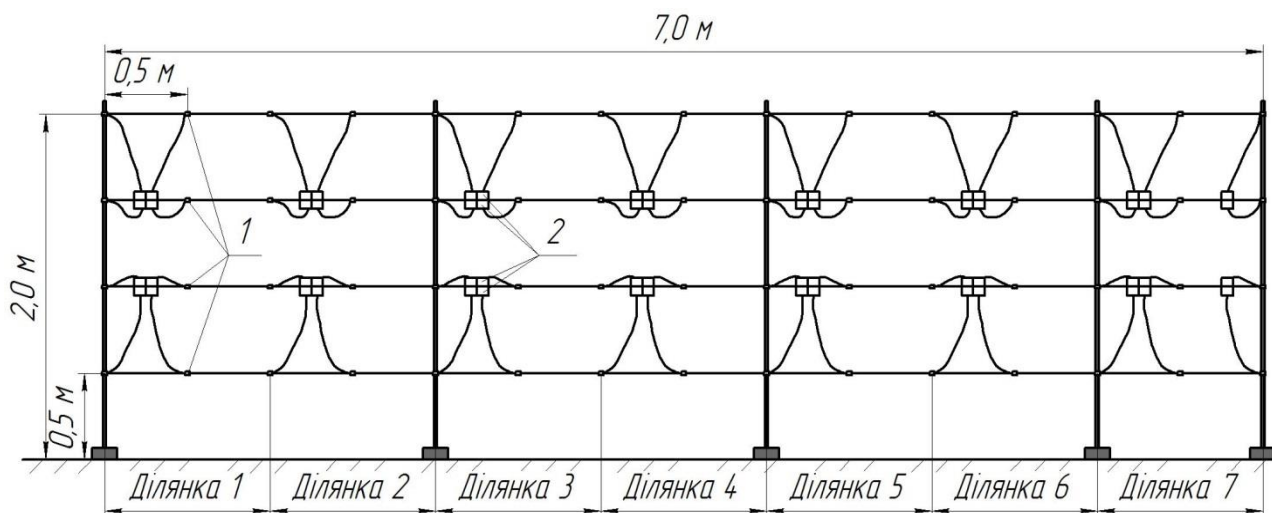


Рис. 1 – Схема розстановки датчиків на температурній сітці: 1 – датчики вимірювання температури; 2 – цифрові дисплеї

Мобільний пристрій працював в режимі подачі пароводяної суміші у відкриту агроєкосистему при куті нахилу раструба 0° і при кутовій швидкості вентилятора 56,52 рад/с. В потік теплого повітря, що йшов від камери згорання,

вводилася вода, яка за допомогою форсунок розпилювалася у вигляді крапель діаметром от 1,6 мкм до 39,1 мкм.

Експеримент проводився у п'ятикратній повторності в різних ділянках саду.

В результаті обробки статистичної інформації по отриманим значенням частоти були побудовані гістограми розподілу температури по ширині ділянки після проходу мобільного пристрою (рис. 2) та через годину після проходу мобільного пристрою (рис. 3).

Вигляд даних гістограм дозволив висунути гіпотезу про розподіл кінцевої температури після проходу мобільного пристрою і залишкової температури через годину після проходу мобільного пристрою по нормальному закону [6, 7]. Оскільки обчислені значення критерію Колмогорова виявилися менше одиниці ($\lambda \leq 1$), то була прийнята гіпотеза про нормальний закон розподілу.

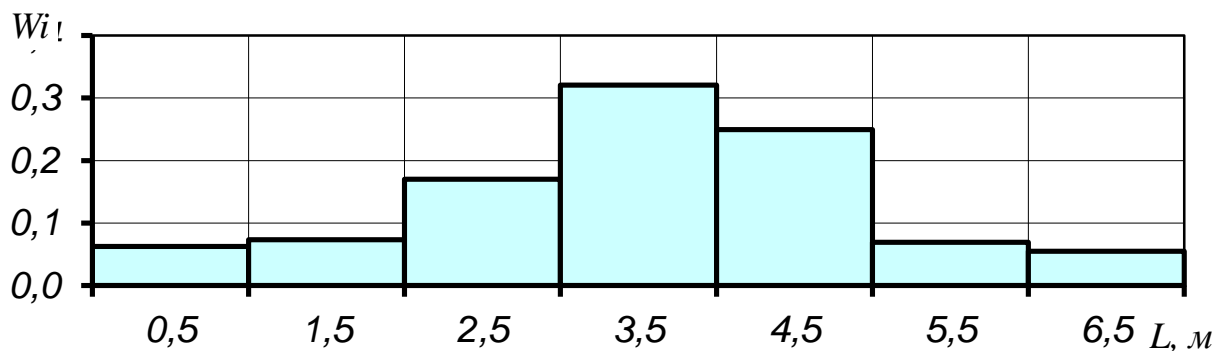


Рис. 2 – Гістограма розподілу температури по ширині ділянки після проходу мобільного пристрою

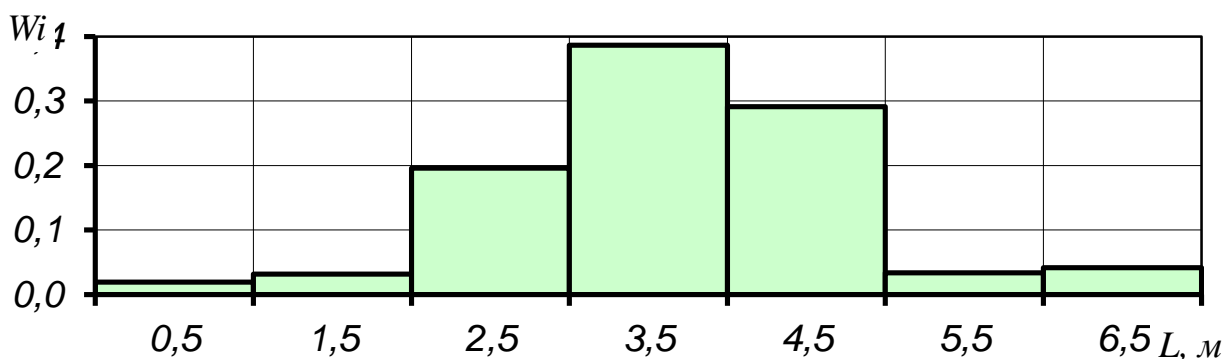


Рис. 3 – Гістограма розподілу температури по ширині ділянки через годину після проходу мобільного пристрою

За розрахунковими даними побудований графік щільності розподілу температури (рис. 4) після проходу мобільного пристрою та через одну годину після проходу мобільного пристрою.

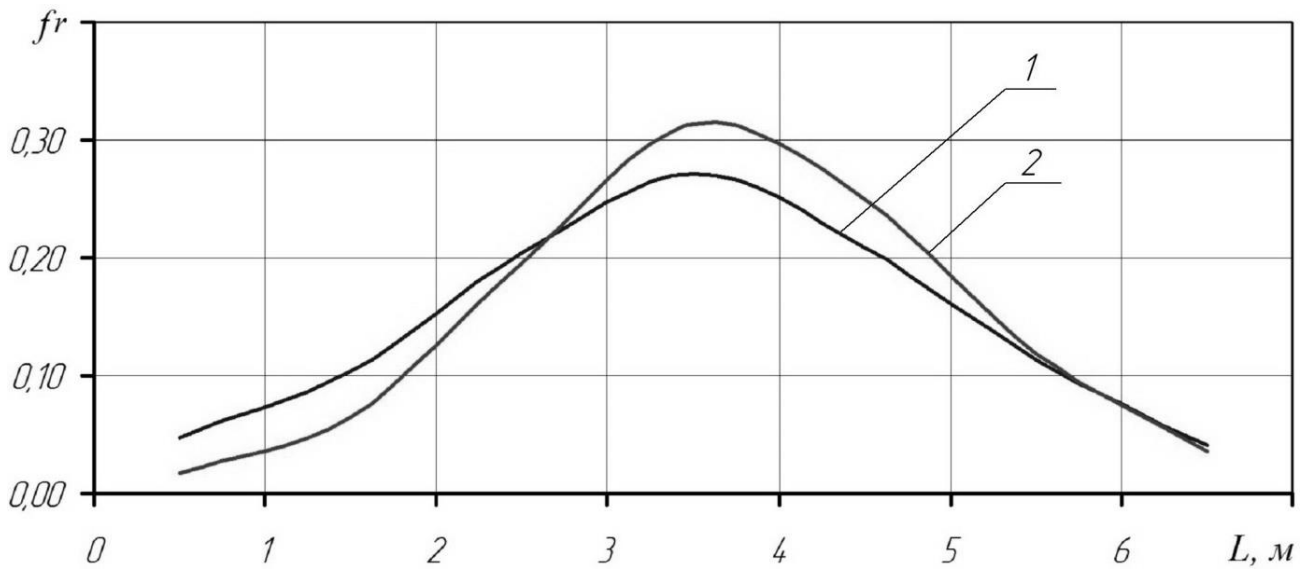


Рис. 4 – Графік щільності розподілу температур: 1 – після проходження мобільного пристрою; 2 – через одну годину після проходження мобільного пристрою

Аналіз графіка щільності розподілу температури дозволяє зробити висновок про те, що, незважаючи на відносно високі значення температури по центру міжряддя, до листя дерев підходить температура в кілька разів менша, ніж в центрі.

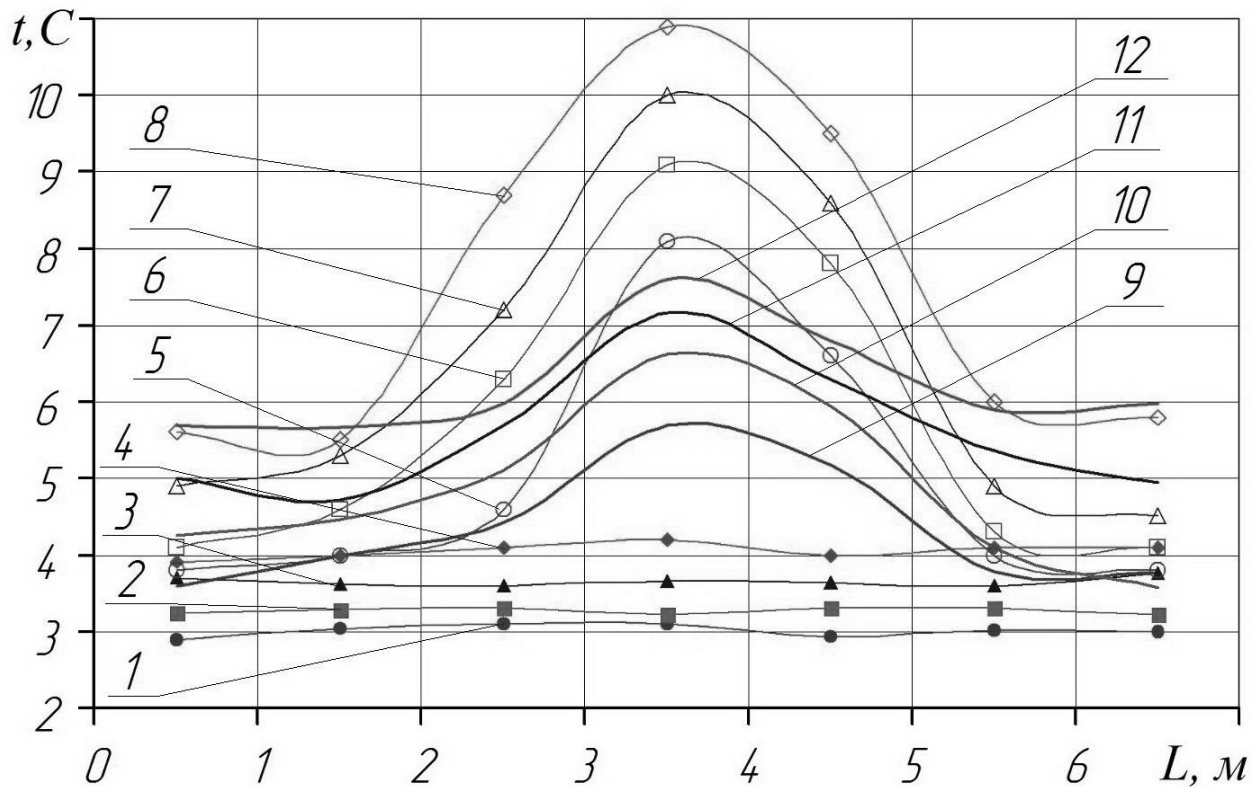


Рис. 5 – Зміна температури повітря по ширині досліджуваної ділянки на різних висотах: 1 – t_H (0,5 м); 2 – t_H (1,0 м); 3 – t_H (1,5 м); 4 – t_H (2,0 м); 5 – t_K (0,5 м); 6 – t_K (1,0 м); 7 – t_K (1,5 м); 8 – t_K (2,0 м); 9 – t_O (0,5 м); 10 – t_O (1,0 м); 11 – t_O (1,5 м); 12 – t_O (2,0 м).

Зміну температурних значень добре ілюструє рис. 5.

Початкові температури (t_n) на різних висотах йдуть практично лінійно з незначною різницею в $0,2 \dots 0,5^\circ\text{C}$.

Кінцева температура (t_k) після проходу мобільного пристрою значно підвищилася в центрі досліджуваної ділянки до 11°C . Не зважаючи на відносно високі значення температури по центру міжряддя, до листя підходить температура в кілька разів менша, ніж в центрі. Різниця температур відносно початкових значень складала $18,4^\circ\text{C}$ в центрі і $1,5 \dots 1,7^\circ\text{C}$ на межах.

Через годину після проходу пристрою залишкові значення температури (t_o) знизилися, проте залишалися вище початкових (t_n). Різниця температур відносно кінцевих значень складала $2,8^\circ\text{C}$ в центрі і $0,1 \dots 0,2^\circ\text{C}$ на межах.

Різниця залишкових значень температури відносно кінцевих значень складала $3,0^\circ\text{C}$ в центрі і $1,5 \dots 1,6^\circ\text{C}$ на межах досліджуваної ділянки.

При цьому початкова вологість складала $45 \dots 47\%$, після обробки – $82 \dots 85\%$. Через годину значення вологості коливалися від 65 до 67% .

Поверхнєве зображення суміщених графіків зміни температури по ширині досліджуваної ділянки представлене на рис. 6 дає більш наочне уявлення про розподіл температури.

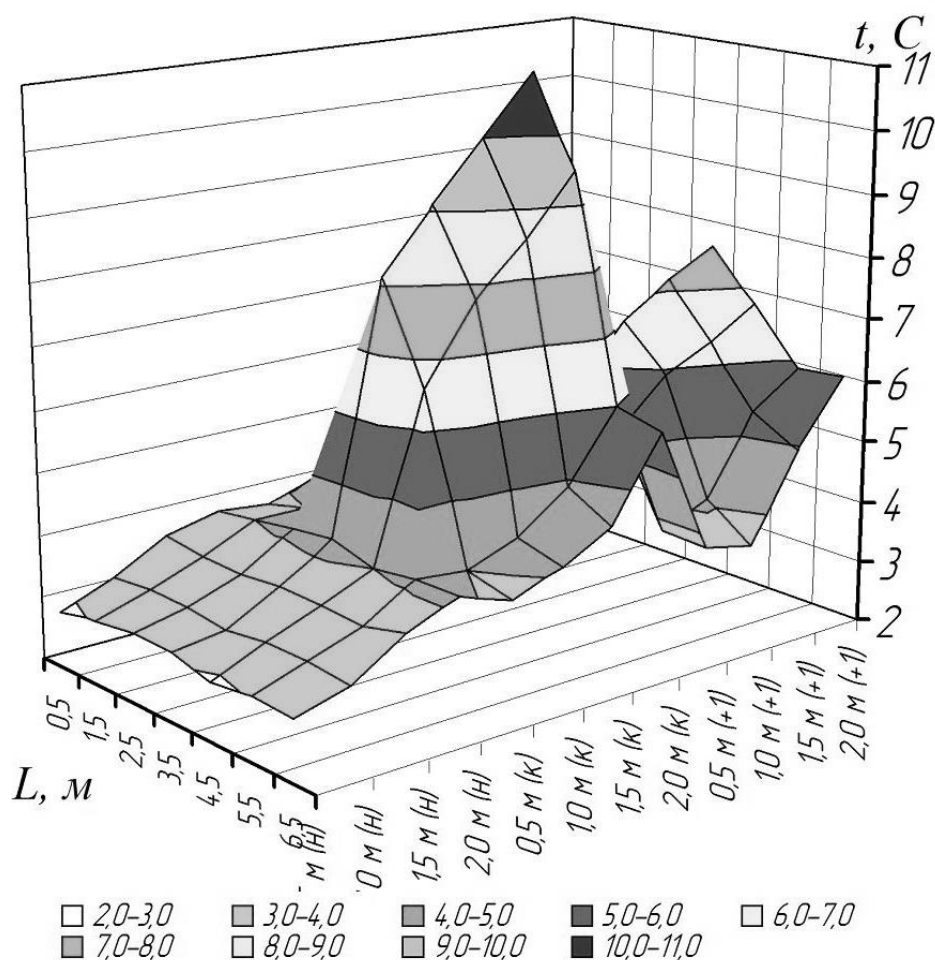


Рис. 6 – Поверхнєве зображення зміни температури повітря по ширині досліджуваної ділянки на різних висотах

Висновки. В результаті експериментальних досліджень було встановлено, що мобільний пристрій подає розрахункову кількість теплоти та позитивна різниця температур утримується протягом розрахункового періоду.

Мобільний пристрій виконує перерозподіл температур по ширині міжрядь і забезпечує температурний режим в кварталі саду, що виключає загибель квіток і зав'язей. При цьому вологість змінюється з 45...47% до обробки на 82...85% після обробки та 65...67% через годину після обробки ділянки мобільним пристроєм.

Список використаних джерел

1. Фришев С.Г. Методы борьбы с весенними заморозками в плодово-ягодных садах / С.Г. Фришев, В.И. Пастухов, А.В. Рудницкая, А.А. Борисовский // Механізація с.г. виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ, 2007. – Вип. 59. Т. 2. – С. 20-25.
2. Путятин В.П. Анализ особенностей технологического обогрева открытой агроэкосистемы / В.П. Путятин, А.В. Рудницкая, А.Б. Элькин // Східно-Європейський журнал передових технологій. – № 2/6 (44), 2010. – С. 62-66.
3. Оценка мощности источника теплоты для обеспечения теплового режима агроэкосистемы / В.И. Пастухов, М.Г. Сандомирский, А.В. Рудницкая, А.В. Минячихин, Е.Н. Рудницкий // Механізація с.г. виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х.:ХНТУСГ, 2010. – Вип. 93. Т.1. – С.63-71.
4. Пастухов В.И. Обоснование мощности источника теплоты для обеспечения тепловых моделей режимов агроэкосистемы / В.И. Пастухов, А.В. Сергеева, А.В. Рудницкая // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – Вип. 10. Т. 8 – С. 120-131.
5. Мобільний пристрій для захисту рослин від радіаційних заморозків / В.І. Пастухов, Г.В. Рудницька; замовник та патентовласник В.І. Пастухов, Г.В. Рудницька. – №и 2012 12870; заявл. 12.11.2012.
6. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул / Е.Н. Львовский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988. – 238 с.
7. Макарова Н.В. Статистика в Excel / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

Аннотация

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ЗАВЕСЕ

Рудницкая А.В.

Представлен анализ результатов экспериментальных исследований мобильного устройства для защиты растений от радиационных заморозков с учётом температурного, влажностного и временного факторов.

Abstract

ANALYSIS OF THE TEMPERATURE DISTRIBUTION IN THERMAL INSULATION THE VEIL

A. Rudnytskaya

The analysis of the results of experimental studies of mobile device to protect plants from frost radiation with temperature, humidity and time factors.