

УДК 631.445.152:631.436 (045)

Новіченко Т. М.
Науковий керівник
професор М. Й. Долгілевич

МАСО- ТА ТЕПЛООБМІННІ ПРОЦЕСИ В СИСТЕМІ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ НА НАПІВГІДРОМОРФНИХ ГРУНТАХ ПОЛІССЯ

У даній статті викладені результати досліджень масо- та теплообміну облісненого поля в умовах Полісся. Показано, що полезахисні лісові насадження, трансформуючи динамічні характеристики повітряного потоку, зменшують масоперенос на захищеній ділянці, знижують тепловіддачу в системі ґрунт – повітря та теплоперенос у приземному шарі повітря, у зв'язку з чим вони є дієвим засобом теплової меліорації напівгідроморфних ґрунтів Полісся.

Клімат Полісся, який сформувався в результаті взаємодії потоків сонячної радіації і притоку атлантичного повітря, характеризується дефіцитом тепла щодо вимог сільськогосподарських культур. Внаслідок переносу вологого і холодного повітря з півночі та північного заходу протягом вегетації суттєво знижується їх продуктивність. Особливо негативний ефект від адвективного переносу холоду і виникнення у зв'язку з цим заморозків проявляється на перезволожених ґрунтах, що переважають на Поліссі.

Мікрокліматичні дослідження в агролісомеліорації на Україні здійснювалися, головним чином, в Лісостепу та Степу – в зонах традиційного лісорозведення. На Поліссі ж, яке не є такою зоною, агролісомеліоративні заходи, направлені на поліпшення теплового режиму перезволожених ґрунтів, вивчені недостатньо [2, 3]. Дослідження, що проводилися, розвивалися у напрямку накопичення даних про зміни показників швидкості вітру, температурного режиму і вологості приземного шару повітря і ґрунту під впливом захисних смуг [1, 4, 7]. Незважаючи на великий об'єм накопиченої інформації, масо- і теплообмін не знайшли в ньому достатньо чіткого пояснення, тому цікавими є дослідження саме в цьому напрямку.

Теоретичною передумовою постановки наших досліджень виявилось положення про суттєве зменшення в системі лісосмуг переносу повітря, яке має певну теплоємність в порівнянні з відкритими полями, а також те, що основні процеси теплообміну поверхні ґрунту з атмосферою пов'язані з інтенсивністю масопереносу в приземному шарі атмосфери.

Дослідження проводилися в 1996-1997 рр. на землях селекційного центру "Росія" полезахисних лісових смуг на дерново-глейових та лучних глейових ґрунтах у системі полезахисних лісових смуг, які мають такі таксаційні характеристики: полезахисна лісосмуга I - дворядна, ажурної конструкції, вік – 25 років, висота – 12,5 м, головна порода – береза, супутна – клен гостролистий і татарський; полезахисна лісосмуга II - дворядна, ажурної конструкції, вік – 22 роки, висота – 12 м, склад порід: дуб черешчатий, в'яз дрібнолистий, клен гостролистий і татарський.

Швидкості вітру, температури поверхні ґрунту, приземного шару повітря та їх градієнти досліджувалися на завітреній ділянці поля стандартними методами. [6]

Метеорологічні дослідження проводили на метеоділянках, які розміщувалися на відстані 5, 10, 20 і 30 Н (де Н – висота лісової смуги в метрах) від захисної смуги. Відстань 30Н приймалась за відкрите поле. Спостереження проводилися три дні підряд в кожен фазу розвитку сільськогосподарських культур. Щоденно було шість строків спостереження – з 6 по 21 годину. [6]

Вертикальний градієнт швидкості вітру (ВГШ) визначали в шарі до 2 м за формулою:

$$v_i = v_2 + K(z_i - z_2), \text{ м/с}, \quad (1)$$

де v_i - швидкість вітру на висотах z_i , м/с; v_2 - швидкість на рівні 2 м; K - коефіцієнт турбулентності.

Коефіцієнт турбулентності (K) розраховували за формулою наведеною в роботі [8]:

$$K = 0,125 \frac{v_2}{z_2}, \text{ м}^2/\text{с}^{-1} \quad (2)$$

де v_2 - стала Кармана (0.41).

Вертикальний температурний градієнт (ВТГ) визначали за співвідношенням:

$$T_i = T_2 + \beta(z_i - z_2), \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ м}, \quad (3)$$

де T_i - температура повітря на висотах z_i .

Турбулентний перенос тепла (Q) на нагрівання повітря розраховували за рівнянням наведеним в роботі [8]:

$$Q = \rho \cdot c_p \cdot v \cdot (T_2 - T_i), \text{ Вт/м}^2, \quad (4)$$

де ρ - густина повітря, г/м³; c_p - теплоємність повітря, кал/(г·°C).

Горизонтальні потоки тепла (q) в приземному шарі повітря визначали за формулою, наведеною в методиці [5]:

$$q = 4.19 \cdot U_z \cdot T_z \cdot C_p \cdot S_z \cdot \rho \cdot t, \text{ Дж}, \quad (5)$$

де S_z - площа розрізу потоку, м^2 ; t - період вегетації, с.

Коефіцієнт теплообміну між поверхнею ґрунту (α) і тепловіддачу (Q) ґрунтовою поверхнею розраховували за формулами, наведеними в роботі [2]:

$$\alpha = \frac{0.032 \cdot \text{Re}^{0.8} \cdot \lambda}{L}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}), \quad (6)$$

де Re - число Рейнольдса; λ - коефіцієнт теплопровідності повітря, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; L - довжина по напрямку вітру, що дорівнює 100 м.

$$Q = \alpha \cdot F \cdot (T_{ep} - T_{нов}), \text{ Вт}, \quad (7)$$

де F - площа ділянки поля, 10000 м^2 ; T_{ep} і $T_{нов}$ - температура поверхні ґрунту і приземного шару повітря, $^\circ\text{C}$.

Динамічні і теплові характеристики повітряного потоку вивчалися при північних і північно-західних вітрах. Дослідження проводились у ланці сівозміни горохо-вівсяна суміш на сіно-озиме жито.

Внаслідок проведення досліджень були встановлені такі динамічні характеристики повітряного потоку на облісненому полі (табл. 1). На висоті 0.5 м суттєве зниження швидкості вітру відмічалось на відстані 20Н. Ефект зниження швидкості вітру на висоті 2 м був меншим ніж на висоті 0.5 м. Вертикальні градієнти швидкості вітру в міру росту с.-г. культур зросли від 0.3-0.5 до 0.5-0.9 $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Під захистом лісосмуг, в зоні ефективного зниження швидкості потоку (відстань 5Н), градієнти швидкості були значно меншими, ніж у відкритому полі. Найменш турбулізований повітряний потік на відстані до 5Н - 0.08-0.12 $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Так як величина коефіцієнта турбулентності залежить від параметру шорсткості поверхні поля, то із збільшенням шорсткості поверхні (яка зростала внаслідок росту с.-г. культур) зростав і коефіцієнт турбулентності.

Полезахисні лісові смуги, зменшуючи турбулентний теплообмін і швидкість вітру, знижують тепловіддачу і адвекції тепла. У наших дослідженнях, внаслідок трансформації швидкості вітру трансформувались і горизонтальні потоки тепла в приземному шарі повітря (табл. 2.).

Вертикальний температурний градієнт на полі під горохо-вівсяною сумішшю в травні-червні характеризувався від'ємним значенням, що свідчить про різке підвищення температури з висотою, причому це явище добре виражене в зоні 20Н. У липні, в кінці вегетації, значення вертикального температурного градієнту набуває позитивних значень, при цьому він є вищим в зоні захисту лісової смуги порівняно з відкритим полем, що свідчить про посилення прогрівання нижнього шару повітря від діяльної поверхні.

На полі озимого жита вертикальний температурний градієнт у фазі кушення має позитивні значення, що свідчить про посилене прогрівання лісової нижнього шару повітря. Під захистом лісової смуги тепловий ефект вищий, ніж у відкритому полі. У травні - червні градієнт температури має від'ємні значення, а в липні від'ємні значення градієнта температури зберігаються на відстані до 20Н, а у відкритому полі градієнт температури має позитивне значення.

Величина турбулентного потоку тепла відповідає коефіцієнту турбулентності повітряного потоку і вертикальному градієнту температури. Вищі показники турбулентного потоку тепла на початку вегетації озимого жита в зоні захисту лісової смуги свідчать про суттєвий теплообмін між діяльною поверхнею і нижнім шаром повітря.

При обтіканні повітряним потоком підстилаючої поверхні посилюється теплообмін між ґрунтом і приземним шаром повітря. Із збільшенням відстані від лісової смуги збільшується швидкість вітру і значно зростає коефіцієнт теплообміну (табл. 3.). Якщо в зоні ефективного дії полезахисної лісосмуги (до 20Н) коефіцієнт теплообміну складає $2.7 - 5.8 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, то у відкритому полі він значно підвищується і досягає в роки і строки спостережень $4.1 - 6.1 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

Теплові характеристики поверхні ґрунту і приземного шару повітря, а також величини коефіцієнта теплообміну дають можливість судити про рівень тепловіддачі ґрунту під захистом лісових смуг. Дослідження показують, що на відстані до 20Н тепловіддача значно нижча, ніж у відкритому полі (табл. 3.). Це свідчить про суттєвий огепляючий вплив та акумуляцію тепла на полі під захистом лісосмуг.

У відповідності з динамічними і тепловими характеристиками повітряного потоку та тепловіддачею формується горизонтальний перенос тепла в приземному шарі повітря (табл. 4.). У

відкритому полі перенос тепла за вегетацію с.-г. культур був більшим на висоті 2 м в порівнянні з переносом на висоті 0.5 м.

Величину акумуляції тепла або тепловий меліоративний ефект () можна виразити такою формулою:

$$(8)$$

де - перенос тепла у відкритому полі, кДж; - середньозважений перенос тепла в зоні 0-20Н під захистом лісосмуги, кДж.

Тепловий меліоративний ефект на полі, захищеному лісосмугою за вегетацію с.-г. культур склав $24 \cdot 91 \cdot 10^4$ кДж/м² в шарі повітря 0.5 м і $47 \cdot 136 \cdot 10^4$ кДж/м² в шарі 2 м. Цей ефект збільшувався у міру наростання поступання тепла протягом вегетації сільськогосподарських культур.

Висновки.

1. Трансформуючи динамічні характеристики повітряного потоку, полезахисні лісові смуги знижують масообмін та тепловіддачу в системі ґрунт-повітря та теплоперенос у приземному шарі атмосфери.

2. Коефіцієнт теплообміну в системі ґрунт-повітря на полі горохо-вівсяної суміші під захистом лісової смуги на $0.5-1.2 \cdot 10^{-2}$ Вт/м²·°С менший порівняно з відкритим полем, на полі озимого жита перевищення на користь незахищеного поля складає $0.6-0.8 \cdot 10^{-2}$ Вт/м²·°С.

3. Тепловіддача в системі ґрунт повітря на незахищеній площі перевищує таку під захистом полезахисних смуг на полі горохо-вівсяної суміші на $2.0-5.3 \cdot 10^{-2}$ Вт та на полі озимого жита на $1.0-4.6 \cdot 10^{-2}$ Вт.

4. Тепловий меліоративний ефект в облісненому полі за вегетацію горохо-вівсяної суміші склав $24 \cdot 101 \cdot 10^4$ кДж/м², а за вегетацію озимого жита – $31 \cdot 136 \cdot 10^4$ кДж/м².

Література.

1. Бодров В. А. Полезащитное лесоразведение. – Киев: Урожай, 1974. – 200 с.
2. Долгилевич М. И., Борисюк Б. В. Массо- и теплообмен в системе полезащитных лесных полос украинского Полесья // Вісник аграрної науки. – 1993, - №2 - , с. 34-42.
3. Долгилевич М. И., Дидковская Т. М. Тепловой баланс дерново-глеевой почвы в связи с осушением. Тезисы докладов конференции «Пути повышения плодородия почв Нечерноземной зоны УССР». – Харьков. – 1987. – с. 155-156.
4. Копієв В. І., Лищенко А. А. Лісові смуги – надійні захисники полів. - Київ: Урожай. – 1973. – 92 с.
5. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов. - Москва: Издательство ВАСХНИЛ. -- 1985. – 112 с.
6. Руководство по теплобалансовым наблюдениям. - Ленинград: Гидрометеиздат. -- 1974. – 149 с.
7. Смалько Я. А. Ветрозащитные особенности лесных полос разных конструкций. - Киев: Госсельхозиздат УССР. -- 1963. – 191 с.
8. Хенкс Р. Дж., Ашкрофт Дж. А. Прикладная физика почв: влажность и температура почвы. - Ленинград: Гидрометеиздат. – 1985. – 150 с.

Новіченко Тамара Миколаївна – аспірант кафедри ґрунтознавства і землеробства Державної агроєкологічної академії України.

Наукові інтереси: вивчення впливу полезахисних лісових насаджень на екологічні умови росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Долгилевич Марат Йосипович – науковий керівник, професор, доктор біологічних наук.