

УДК 631.418
© 2012

*М.І. Драган,
О.Г. Любичч,
кандидати сільсько-
господарських наук
ННЦ «Інститут
землеробства НААН»*

*В.А. Величко,
доктор сільсько-
господарських наук
ННЦ «Інститут
грунтознавства та агрохімії
ім. О.Н. Соколовського»*

ОСОБЛИВОСТІ ІНФІЛЬТРАЦІЇ У СІРИХ ЛІСОВИХ ҐРУНТАХ

Висвітлено результати польових і лабораторних досліджень інфільтраційної властивості сірого лісового ґрунту, проаналізовано значення щільності та глибини основного обробітку в цьому процесі.

Інфільтрація, або властивість ґрунту пропускати воду атмосферних опадів, регулює поверхневий та внутрішньоґрунтовий стік, запаси вологи, інтенсивність фізичного випаровування. Для сірих лісових ґрунтів інтенсивність перебігу процесів інфільтрації має велике значення, оскільки 36,4% від їхньої загальної площі (1,52 млн га) знаходяться на схилах різної крутизни та експозиції [6]. Крім цього, через неоднорідність будови та різні властивості окремих генетичних горизонтів з огляду на гранулометричний склад, уміст водостійкої структури, щільність, фізико-хімічні показники [4] пропускна й водовбірна здатність ґрунтів змінюється в широкому діапазоні. Це означає, що інфільтрація у ґрунтах з такою будовою профілю є неоднорідною і складною. Її свого часу докладно досліджував О.І. Будаговський [3].

Мета роботи — дослідити інтенсивність протікання процесів інфільтрації у сірих лісових ґрунтах для обґрунтування заходів щодо їх оптимізації.

Умови та методика досліджень. Дослідження проводили на трьох різних за використанням ділянках сірого лісового ґрунту, одна з яких перебувала у сівозміні, дві інші — перелогові з різними термінами виведення з обробітку — 20 і 60 років. Інтенсивність інфільтрації вивчали у польових і лабораторних умовах. У полі застосовували методику малих заливних площадок за трикратної повторності [3]. Лабораторне визначення цього показника проводили згідно з методикою Е. Вольфу [7]. Тиск води над поверхнею ґрунту становив 590–600 Па, температура повітря — 18–20°C, стан ґрунту — повітряносухий, відібраний з гумусово-елювіального горизонту. Ґрунт із 5-ма параметрами щільності (1,27; 1,35; 1,40; 1,45; 1,50 г/см³) закладався у спеціальні патрони з вихідними отворами. Необхідну масу ґрунту

за відповідної щільності розраховували за рівнянням:

$$M_{\text{ґрунту}} = W \cdot P, \quad (1)$$

де W — об'єм циліндра, г/см³; P — необхідна об'ємна маса ґрунту, г/см³.

Повторність дослідів — п'ятиразова.

Результати досліджень. На двох територіально наближених ділянках сірого лісового крупнопилуватого легкосуглинкового ґрунту, одна з яких перебуває у сівозміні, інша — 20-річний переліг, досліджували окремі питання інфільтрації у літній період після випадання інтенсивних дощів. За результатами досліджень було зроблено висновки:

а) після тривалої посухи випадання значної кількості опадів (до 40 мм) зумовило рівномірне промочування орного шару на глибину до 25 см на ділянці, що була в обробітку. Тобто в межах гумусово-елювіального горизонту спостерігався ламінарний рух води. На перелозі максимальна глибина промочування становила лише 16 см з турбулентним (неоднорідним) характером промочування;

б) в орних ґрунтах на глибині залягання плужної підшви внаслідок високої щільності (1,47–1,48 г/см³) процеси інфільтрації води у глибші горизонти гальмувалися, тоді як на перелоговій ділянці фізичних перешкод на шляху проникання гравітаційної води було значно менше;

в) на відстані фронту вбирання (довжина траншеї становила 150 см) за попереднього вмісту вологи у ґрунті 10–12% від маси ґрунту в середній частині профілю на глибині ілювіального горизонту волога опадів не сполучалася з вологою нижніх шарів ґрунту, тобто зберігся шар ґрунту, вміст вологи в якому був нижчим від вологості розриву капілярного зв'язку (ВРК), яка для цієї ґрунтової відміни становить 13–14% від маси ґрунту;

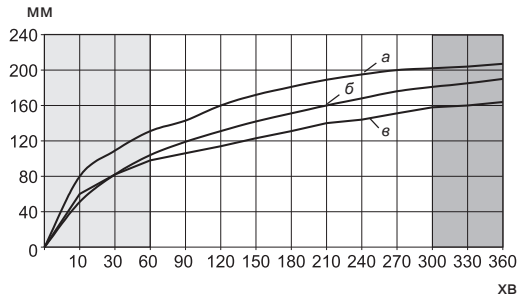


Рис. 1. Водопроникність гумусово-елювіального горизонту сірого лісового ґрунту за різного використання: а — сівозміна (ґрунт в обробці); б — переліг; в — цілина. □ — I зона динамічна; □ — II зона стабілізації; □ — III загасання

г) через наявність умовно сухого прошарку ґрунту енергетика цих двох форм вологи характеризує різну природу переміщення у ґрунтовій товщі. Волога опадів, яка зосереджена у верхній частині профілю, підпорядковується переважно закону Фіка, тобто процесам дифузії, тоді як волога нижніх горизонтів — закону Жюренна, або капілярного гістерезису, внаслідок чоткової будови капілярів [3].

На рис. 1 подано результати спостережень за інтенсивністю інфільтрації у трьох різних за характером антропогенного використання ділянках ґрунту: а — ґрунт інтенсивного використання; б — 20-річний переліг; в — 60-річна цілина. За 6 год спостережень виявлено, що найвищою водопоглинністю характеризується ґрунт сівозміни з незначним відставанням на перелоговій та цілинній ділянках. За інтенсивністю водовбирання чітко розмежовуються 3 періоди: динамічний, стабілізації та загасання. Період динамічного засвоєння води триває близько 1 год і за низького вихідного вмісту вологи у ґрунті (0,4 НВ) її швидкість становила 1,75–2,16 мм/хв. Період сталого й однорідного вбирання води триває близько 4 год. Порівняно з першим періодом інтенсивність засвоєння води зменшилась у 7–9 разів і становила 0,21–0,30 мм/хв. У період загасання різниця між досліджуваними аналогами була на користь перелогової та цілинної ділянок за швидкості вбирання води на цьому етапі 0,15–0,17 мм/хв проти 0,08 мм/хв у ґрунті сівозміни.

Причину такої нестабільності засвоєння ґрунтами води Н.А. Качинський вбачає у втраті структурної цілісності агрегатів, набубнявінні фракцій механічних елементів, а також у зростаючій силі тертя спочатку з ґрунтом, а потім з водяними плівками внаслідок збільшення кількості шарів та їхньої товщини [2]. Крім цього, чим більший вміст у ґрунті водостійких агрегатів, тим більше нівелюється різниця між вби-

ранням і фільтрацією. Цим і пояснюється динамічніше загасання водовбирання на ділянці, що обробляється, внаслідок меншого вмісту водостійких структур.

На ґрунтах з високою рівноважною щільністю (1,50 г/см³ і вище) процеси інфільтрації води в осінньо-зимовий період і період весняних поеней можна регулювати способами та глибиною основного обробітку. Це питання досліджувалося за 3-х різних за глибиною та способами зяблевих обробітків: оранка на глибину 23–25 см, чизельне розпушування — 40–42 і дискування — на 10–12 см. За роки досліджень на час визначення цих властивостей погодні умови склалися таким чином, що частина років були посушливими (0,40–0,45 НВ), інша — зволеними (0,8 НВ і більше) (рис. 2).

За всіх способів обробки з високим вмістом вологи в ґрунті засвоєність води була менш інтенсивною та з меншою різницею між варіантами обробки. Через 3,5 год після заливання площадок ґрунт увібрав води на оранці — 45, чизелюванні — 57 і на дискуванні — 40 мм, із середньою інтенсивністю водовбирання відповідно — 0,21, 0,27 і 0,19 мм/хв.

У ґрунті з умістом вологи 0,40–0,45 НВ водовбирання відбувалося інтенсивніше й за відповідний період часу (3,5 год) на оранці ґрунт увібрав 95 мм води, за чизельного розпушування — 115 і дискування — лише 75 мм води. Значне падіння засвоєвальної здатності ґрунту у варіанті з дискуванням відзначалося уже після перших 30 хв, тоді як на оранці ламінарне вбирання тривало впродовж 90 хв. За період спостережень середні значення швидкості вбирання води у ґрунті з низьким умістом вологи були вищими і становили: на оранці 0,45 мм/хв, за чизельного розпушування — 0,57 і дискування — 0,36 мм/хв. За оцінкою шкалою Н.А. Качинського [7] водопоглинність ґрунту лише у варіантах з чизельним розпушуванням

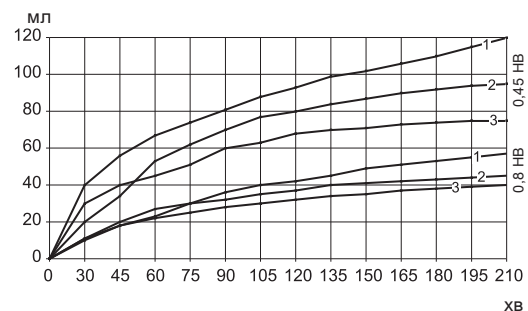


Рис. 2. Залежність між способом і глибиною основного обробітку ґрунту та інфільтрацією води перед зимівлею: 1 — чизельний обробіток ґрунту (40–42 см); 2 — оранка (23–25 см); 3 — дискування (10–12 см)

Вплив щільності складення ґрунту на інтенсивність засвоєння води, глибину промочування та фільтрацію

| Елементи інфільтрації | Щільність ґрунту, г/см ³ | Термін спостереження, хв | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 10 330 | 30 360 | 60 390 | 90 420 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 |
| Засвоєно води, мм | 1,27 | 35 | 60 | 77 | 90 | – | – | – | – | – | – | – |
| | 1,35 | 32 | 54 | 68 | 80 | 88 | – | – | – | – | – | – |
| | 1,40 | 25 | 43 | 57 | 65 | 71 | 77 | 84 | – | – | – | – |
| | 1,45 | 19 | 30 | 41 | 49 | 56 | 63 | 67 | 69 | 71 | 73 | – |
| | 1,50 | 12 | 23 | 31 | 37 | 43 | 47 | 50 | 54 | 58 | 60 | 63 |
| Глибина промочування, мм | 1,27 | 92 | 160 | 206 | 240 | – | – | – | – | – | – | – |
| | 1,35 | 73 | 133 | 185 | 213 | 240 | – | – | – | – | – | – |
| | 1,40 | 62 | 114 | 158 | 184 | 210 | 225 | 240 | – | – | – | – |
| | 1,45 | 40 | 80 | 118 | 149 | 172 | 187 | 205 | 220 | 231 | 240 | – |
| | 1,50 | 31 | 60 | 88 | 118 | 140 | 160 | 178 | 192 | 206 | 215 | 223 |
| Швидкість промочування, мм/хв | 1,27 | 9,20 | 5,33 | 3,43 | 2,67 | – | – | – | – | – | – | – |
| | 1,35 | 7,30 | 4,43 | 3,08 | 2,37 | 2,00 | – | – | – | – | – | – |
| | 1,40 | 6,20 | 3,80 | 2,63 | 2,04 | 1,75 | 1,48 | 1,33 | – | – | – | – |
| | 1,45 | 4,00 | 2,67 | 1,97 | 1,66 | 1,43 | 1,25 | 1,14 | 1,05 | 0,96 | 0,89 | – |
| | 1,50 | 3,10 | 2,00 | 1,47 | 1,31 | 1,16 | 1,07 | 0,99 | 0,91 | 0,86 | 0,80 | 0,74 |
| Фільтрація, мл (у чисельнику — за термін визначення, у знаменнику — за 1 хв) | 1,27 | – | – | – | – | 24 0,80 | 40 0,67 | 57 0,63 | 70 0,58 | – | – | – |
| | 1,35 | – | – | – | – | – | 15 0,50 | 29 0,48 | 41 0,45 | 50 0,42 | 56 0,37 | 27 0,22 |
| | 1,40 | 33 0,22 | 36 0,20 | – | – | – | – | – | 7 0,23 | 14 0,23 | 21 0,22 | 10 0,17 |
| | 1,5 | 13 0,14 | 17 0,13 | 20 0,13 | – | – | – | – | – | – | 6 0,20 | – |
| | 1,50 | – | – | 4 0,13 | 8 0,13 | 11 0,12 | 14 0,12 | – | – | – | – | – |

та оранкою була близькою до задовільної. Тому за різних вихідних значень вологозапасів активність засвоєння води ґрунтом в осінній період була кращою за глибоких обробітків. Частково цим пояснюється висока ефективність щільування, яке рекомендується проводити на схилових ґрунтах.

На скільки інфільтрувальна здатність ґрунту залежить від інших фізичних характеристик і передусім від щільності складення, показують результати лабораторного дослідження (таблиця).

На всіх етапах інфільтрації, починаючи із вбирання і закінчуючи кількістю води, яка пройшла через субстрат, щільність є визначальною характеристикою у цих процесах. У пухкому ґрунті (1,27 г/см³) вбирання води було значно інтенсивнішим порівняно із середньою (1,35 г/см³) і,

особливо, щільною (1,50 г/см³) його будовою. Водночас для змочування однакових об'ємів ґрунту різної щільності зі зростанням останньої частка рідкої фази в одиниці об'єму ґрунту зменшується. Якщо ґрунт з об'ємною масою 1,27 г/см³ увібрав й утримав у собі 90 мм води, то з масою 1,50 г/см³ — лише 63 мм. До появи першої краплі фільтрату ці значення можуть характеризувати водоутримувальну здатність ґрунту за відповідної щільності будови.

У межах досліджуваної щільності (1,27–1,50 г/см³) за однаковий проміжок часу глибини промочування ґрунту змінювалася більше ніж утричі. Стоп насипного пухкого ґрунту (1,27 г/см³) заввишки 240 мм повністю наситився водою менш ніж за 90 хв, тоді як за щільності 1,35 г/см³ цей процес тривав 120 хв, за

1,40 г/см³ — 180 хв і за щільності 1,50 г/см³ — близько 300 хв. На початку експерименту перших 10 хв промочування повітряносухого ґрунту з об'ємною масою 1,27 г/см³ було інтенсивним і становило 9,2 мм/хв, а після 60 хв воно зменшилося до 2,7 мм/хв. У ґрунті з ущільненою будовою (1,50 г/см³) швидкість промочування становила 3,10 і 1,13 мм/хв. Процес фільт-

рації води, який розпочався після повного насичення, обраховувався як за загальною кількістю фільтрату, так і за певний проміжок часу. Впродовж 2 год від початку фільтрації через ґрунт зі щільністю 1,27 г/см³ профільтрувалося 70 мм води, або 0,58 мм/хв, тоді як фільтрувальні властивості ущільненого ґрунту (1,50 г/см³) зменшилися відповідно до 14 мм і 0,12 мм/хв.

Висновки

На сірих лісових ґрунтах через низький вміст органічної речовини, водостійку структуру, високі пенетрометричні значення інфільтраційні процеси є заниженими і не спроможні за короткий період акумулювати значну кількість води, яка надходить під час весняного сніготанення або зливових дощів. Диференціація профілю ґрунту за щільністю

посилює цей процес унаслідок турбулентного характеру водопросочування, що призводить до поверхневого стоку, накопичення води у понижених місцях та надмірного фізичного випаровування. Одним із методів підвищення інфільтраційної здатності цих ґрунтів може слугувати періодичне проведення у сівозміні чизельного розпушування на глибину до 45 см.

Бібліографія

1. *Будаговский А.И.* Впитывание воды в почву/А.И. Будаговский. — М.: Изд. АН СССР, 1955. — 140 с.
2. *Гордієнко В.П.* Ґрунтова волога/В.П. Гордієнко. — Сімферополь, 2008. — 362 с.
3. *Долгов С.И.* Агрофизические методы исследования почв/Отв. ред. С.И. Долгов. — М.: Наука, 1966. — 257 с.
4. *Драган М.І.* Зміна гранулометричного складу сірого лісового ґрунту за різного використання/Драган М.І., Гірман О.В.//Вісн. аграр. науки. — 2010. — № 10. — С. 14–17.
5. *Качинский Н.А.* Физика почвы. Ч. 2/Н.А. Качинский. — М.: Высш. шк., 1970. — 360 с.
6. *Полупан М.І.* Класифікація ґрунтів України/М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко. — К.: Аграр. наука, 2005. — 299 с.
7. *Wollny E.* Untersuchungen über die Wasserkapazität und das Verdunstungsvermögen verschiedener Streumaterialien/E. Wollny//Forschungen auf dem gen Gebiete der Agrikultur — Physik. — 1884. — Bd. VII. — P. 184–191.