

УДК 631.618:633.2.031
© 2016

О.В. ЖУКОВ,
доктор біологічних наук

К.П. МАСЛКОВА,
кандидат біологічних наук

І.В. ЛЯДСЬКА,
кандидат сільськогосподарських наук

Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
Україна

E-mail: Inna_Vic@Rambler.ru
м. Дніпро, вул. С. Єфремова, 25

**ЗАЛЕЖНІСТЬ
ІНФІЛЬТРАЦІЇ ТЕХНОЗЕМІВ
НІКОПОЛЬСЬКОГО
МАРГАНЦЕВОРУДНОГО БАСЕЙНУ
ВІД ФІЗИЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ**

Встановлено закономірності профільного розподілу показників інфільтрації техноземів на ділянці рекультивації Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Досліджено педоземи та дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах, лесоподібних суглинках та сіро-зелених глинах. Побудовано гістограму розподілу значень швидкості інфільтрації техноземів. Показано, що процес інфільтрації більш плавно відбувається в дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах та більш динамічно в дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених. На швидкість інфільтрації суттєво впливає вміст агрегатів розміром 7–10 та 0,5–1 мм; в педоземах та дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах, на лесоподібних суглинках та сіро-зелених глинах вплив мають максимальна гігроскопічна вологоємність, швидкість фільтрації та тип технозему.

Ключові слова: техноземи, водопроникність, інфільтрація, рекультивация, щільність і пористість ґрунту.

Постановка проблеми. Водно-фізичні властивості ґрунтів відбивають їх здатність пропускати і утримувати вологу, що надходить у вигляді опадів чи поливної води, а також переносити її з глибини в поверхневі шари до кореневих систем рослин [1, 2]. Волога здатна чинити істотний вплив на хімічні, фізичні, повітряні та теплові якості ґрунту [3, 4]. У попередніх дослідженнях для характеристики водно-фізичних властивостей ґрунтів, які знаходяться у процесі рекультивації, ми встановили екологічне значення таких показників стану води в ґрунті, як польова вологість, діапазон доступної вологи, максимальна гігроскопіч-

на вологість та вологість в'янення рослин [2, 4, 5, 7, 10]. Інтерес до цих показників обумовлений перспективністю їх використання за чисельного описання переважних потоків вологи в ґрунті, у разі вирішення прогностичних задач щодо водного режиму ґрунтів, переносу різних речовин, розрахунку екологічного ризику застосування тих чи інших речовин [9].

Як показали наші дослідження, такий фактор, як глибина залягання шару, з якого був відібраний ґрунтовий зразок, сам по собі має відносно непомітне значення у формуванні фізичних та водно-фізичних властивостей техноземів на даному етапі

грунтоутворювального процесу. Однозначно можна стверджувати, що суттєва закономірність, яка характеризує варіювання фізичних властивостей техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну за профілем, спостерігається для щільності твердої фази та агрегатної структури ґрунту [2]. Варіювання щільності твердої фази пов'язане з профільним розподілом умісту органічної речовини, на що впливають активність розкладання рослинного опаду у верхніх шарах техноземів та діяльність тваринного населення. Указані процеси відбиваються на агрегатній структурі техноземів, яка має велике значення для створення оптимального водно-повітряного та поживного режимів ґрунту, у формуванні сприятливих умов для росту і розвитку рослин, для попередження водної та повітряної ерозії ґрунтового покриву [7, 8].

Важливою екологічною особливістю техноземів є профільний розподіл швидкості водопроникності, яка обумовлює життєдіяльність біоти та визначає водний баланс того чи іншого едафотопу. Від водопроникності залежить також інтенсивність поверхневого стоку, а отже, і режим зволоження ґрунту, що беззаперечно впливає на процеси ґрунтоутворення. Водопроникність, забезпечуючи сприятливий водно-повітряний режим у ґрунті, є одним з найсуттєвіших чинників його родючості, що важливо для аграрного виробництва і людства в цілому [9, 10].

Мета нашого дослідження – визначити швидкість інфільтрації техноземів та встановити вплив на неї фізичних та водно-фізичних показників на ділянках рекультивациі Нікопольського марганцеворудного басейну.

Методика досліджень. Роботи проводили на експериментальній ділянці з рекультивациі земель, яка знаходиться на науководослідному стаціонарі Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (м. Покров). Швидкість інфільтрації води вивчали по шарах у педоземах та дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах, лесоподібних суглинках та сіро-зелених глинах. Трубочки Качинського [12]

встановлювали горизонтально по шарах (0–10, 10–20, ..., 90–100 см), для чого використовували пластикові трубочки (діаметр 3 см, висота 12 см). На підготовлену горизонтальну площадку в кожному шарі у два ряди встановлювали 10 трубочок на відстані 13–15 см одна від одної. Кожну трубочку нагисканням руки занурювали в ґрунт на глибину 2 см та заповнювали водою. Після 30 хв експозиції за допомогою лінійки вимірювали висоту стовпчика води, що просочилася. Водопроникність при цьому методі виражали в міліметрах водяного стовпчика в одиницю часу і розраховували за формулою

$$K_t = h/T,$$

де K_t – водопроникність ґрунту за даної температури, мм вод. ст.; h – висота стовпчика води, що просочилася, мм; T – час, хв.

Агрегатний склад визначали методом сухого просіювання за Савіновим. Для визначення щільності ґрунту зразки заданого об'єму відбирали в 3-разовій повторності пробовідбірником Качинського за профілем пошарово (кожні 10 см) на глибину 100 см. Щільність твердої фази визначали пікнометричним методом (цит. по [12]), кількість максимальної гігроскопічної вологи в ґрунті – шляхом насичення зразків вологою над насиченим розчином КСІ до моменту настання постійної маси зразків [11].

Шпаруватість розраховували на основі відомостей про щільність та щільність твердої фази ґрунту [6].

Швидкість фільтрації визначали в лабораторних умовах за допомогою монолітних зразків методом трубок у стані повного зволоження ґрунтового зразка [11]. Статистична обробка одержаних результатів проведена за допомогою програми Statistica 7.0.

Результати дослідження та їх обговорення. Процес водопроникності починається з інфільтрації (вбирання). Результати його представлені у вигляді гістограми розподілу значень швидкості інфільтрації техноземів (рис. 1).

Гістограми розподілу значень інфільтрації досить добре описуються логнормальним законом розподілу. Встановлено, що у лесоподібних суглинках швидкість

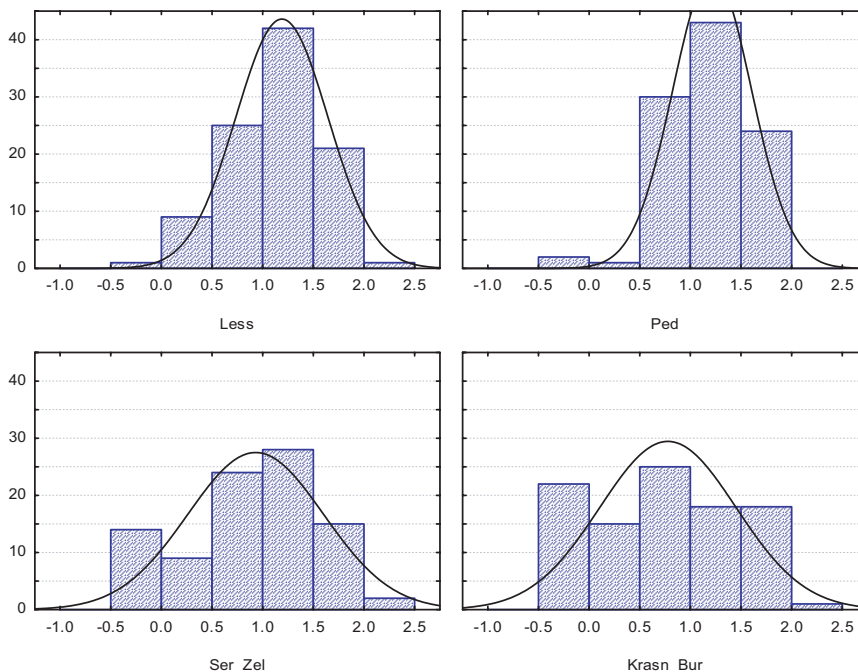


Рис.1. Гістограма розподілу значень швидкості інфільтрації техноземів (логарифмовані значення по всіх шарах):
Less – лесоподібні суглинки; Ped – педоземі; Ser_Zel – сіро-зелені глини;
Krasn_Bur – червоно-бурі глини (тут і на рис. 2)

інфільтрації знаходиться на максимальному рівні в верхньому шарі ґрунту (рис. 2). У наступних шарах показник зменшується до мінімального значення в шарі 20–30 см, далі підвищується до локального максимуму в шарі 40–50 см. У шарі 50–60 см швидкість інфільтрації зменшується і з глибиною залишається на одному рівні з незначними відхиленнями в бік підвищення або зниження. У шарі 90–100 см зареєстровано локальний мінімум показника.

Швидкість інфільтрації педоземів у верхніх шарах зменшується до мінімального значення, у наступних шарах підвищується і знову зменшується до локального мінімуму в шарі 40–50 см. Далі показник стрімко підвищується до максимального значення в шарі 70–80 см і знову зменшується. У шарі 90–100 спостерігається незначне підвищення швидкості інфільтрації.

У дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах бачимо у верхньому шарі 0–10 см максимальне значення швидкості інфільтрації, а вже в наступному шарі показник різко зменшується до локального мінімуму. З глибиною показник підвищується до локального максимуму з незначним відхиленням у бік пониження. Далі швидкість інфільтрації знижується до мінімального значення. У шарі 90–100 см показник знову підвищується.

Для червоно-бурих глин характерний більш плавний розподіл швидкості інфільтрації по профілю. У верхніх шарах показник плавно зменшується до шару 20–30 см, далі підвищується до локального максимуму і знову плавно знижується до локального мінімуму в шарі 50–60 см. У шарі 60–70 см знаходиться максимальне значення швидкості інфільтрації, далі спостерігається пониження до мінімуму в шарі 80–90 см і знову підвищення.

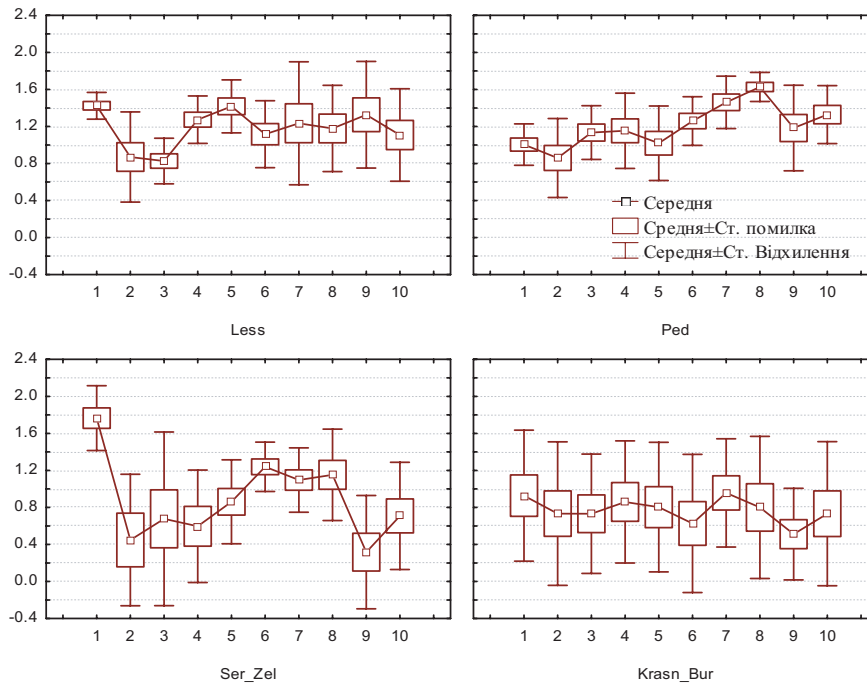


Рис. 2. Динаміка швидкості інфільтрації води (см/год у логарифмічному масштабі) по шарах техноземів (по осі абсцис 1–10 – порядок шарів 0–10 ... 90–100 см)

Регресійний аналіз дозволив встановити характер впливу на інфільтрацію таких фізичних властивостей, як агрегатна структура ґрунту, максимальна гігроскопічна вологість, щільність ґрунту, пористість, фільтрація (табл. 1). Регресійна модель описує 64 % варіабельності досліджуваного показника. Встановлено, що на швидкість інфільтрації статистично вірогідно впливає частка агрегатів розміром 7–10 та 0,5–1 мм, а також максимальна гігроскопічна вологість та швидкість фільтрації.

Одержані результати свідчать про те, що збільшення вмісту агрегатних фракцій 7–10 та 0,5–1 мм позитивно впливає на збільшення швидкості інфільтрації (табл. 2). Позитивний характер впливу зафіксовано й для максимальної гігроскопічної вологості на швидкості інфільтрації. Фільтрація знаходиться в протилежному зв'язку з інфільтрацією.

Отже, типи техноземів, характерні для Нікопольського марганцеворудного басей-

ну, володіють фізичними та водно-фізичними властивостями, які є специфічними для кожного типу техноземів та віддзеркалюють особливості ґрунтоутворювального процесу та екологічні умови, що формуються у штучно створених ґрунтоподібних тілах для живих організмів.

Дані дослідження доводять, що процес інфільтрації відбувається з різною швидкістю в профілі кожного з розглянутих типів техноземів. Так, для дерново-літогенного ґрунту на лесоподібних суглинках характерним є зменшення швидкості інфільтрації у верхніх шарах. З глибиною цей показник розподіляється більш плавно. У верхніх шарах педоземів інфільтрація характеризується як більш плавна, а з глибиною швидкість інфільтрації підвищується і стає більш варіабельною. Для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах інфільтрація варіює по шарах, дуже подібно до педоземів, але більш плавно та з нижчою варіабельністю. Дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених

1. Загальна лінійна модель (GLM) впливу едафічних показників на швидкість інфільтрації води в техноземах ($R^2 = 0,64$)

Показник	Сума квадратів	Ступінь вільності	Середня сума квадратів	F-відношення	p-рівень
<i>Агрегатні фракції, мм</i>					
>10	0,22	1	0,22	2,68	0,10
7–10	0,33	1	0,33	4,17	0,04
5–7	0,00	1	0,00	0,00	0,96
3–5	0,21	1	0,21	2,61	0,11
1–3	0,17	1	0,17	2,17	0,14
0,5–1	1,39	1	1,39	17,27	0,00
0,5–0,25	0,12	1	0,12	1,48	0,23
<i>Фізичні показники</i>					
МГВ, %	1,07	1	1,07	13,31	0,00
Щільність ґрунту, г/см ³	0,01	1	0,01	0,07	0,79
Пористість, %	0,01	1	0,01	0,08	0,78
Фільтрація, см/год	2,96	1	2,96	36,76	0,00
Тип технозему	11,06	3	3,69	45,84	0,00
Помилка	8,44	105	0,08	-	-

2. Регресійні коефіцієнти загальної лінійної моделі (GLM) для визначення швидкості інфільтрації

Параметр	Бета (стандартизований регресійний коефіцієнт)	Стандартна помилка	Довірчий інтервал	
			-0,95 %	+95 %
<i>Агрегатні фракції, мм</i>				
>10	1,78	1,09	-0,38	3,93
7–10	0,58	0,28	0,02	1,14
5–7	0,01	0,25	-0,48	0,50
3–5	0,43	0,27	-0,10	0,96
1–3	1,07	0,72	-0,37	2,50
0,5–1	0,65	0,16	0,34	0,96
0,5–0,25	0,37	0,31	-0,24	0,98
<i>Фізичні показники</i>				
МГВ, %	0,64	0,18	0,29	0,99
Щільність ґрунту, г/см ³	-0,05	0,20	-0,44	0,34
Пористість, %	-0,05	0,18	-0,40	0,30
Фільтрація, см/год	-0,45	0,07	-0,60	-0,31

БІОЛОГІЧНІ НАУКИ

глинах зафіксовані як такі, що володіють високою варіабельністю швидкості інфільтрації по профілю.

Аспектами особливостей профільного розподілу значень інфільтрації техноземів є діапазон абсолютних значень показника в межах профілю, тренд варіювання (збільшення, зменшення по профілю, або профільна індіферентність) та ступінь відхилення швидкості інфільтрації у конкретному шарі від загального тренду (плавність профільного розподілу).

Абсолютні значення інфільтрації характеризують потенціальну можливість проникнення вологи на перших етапах випадіння опадів. Рівень інфільтрації та параметри профільного розподілу можуть бути пояснені за допомогою інших фізичних властивостей ґрунту. Нами встановлено, що статистично вірогідно на швидкість інфільтрації впливає вміст агрегатних фракцій розміром 0,5–1,0 та 7–10 мм і максимальна гігроскопічна вологоємність, яка залежить від механічного складу ґрунту; для більш важких за механічним складом ґрунтів цей показник є більш високим. Здатність до агрегатоутворення техноземів за умов дуже низького вмісту гумусу переважно обумовлена механічним складом та мінералогічними особливостями твердої фази. Тобто, агрегатоутворення та фор-

мування порового простору визначають швидкість інфільтрації.

Важливо зазначити, що щільність і пористість ґрунту статистично вірогідно не впливають на швидкість інфільтрації в досліджуваних типах техноземів. У попередніх дослідженнях ми встановили, що щільність ґрунту для всіх типів техноземів знаходиться на подібному рівні [2]. Очевидно, що одержані дані спонукають переглянути ієрархію показників, яка установилася для оцінки природних ґрунтів та агроземів. Для природних ґрунтів та меншою мірою для агроземів характерний значний рівень організації, який проявляє себе в скорельованій динаміці ґрунтових властивостей. Саме у цьому полягає причина високої інформаційної цінності такого показника, як щільність ґрунту. До того ж техноземи знаходяться на початкових етапах ґрунтогенезу, що проявляє себе в значно меншій взаємній залежності ґрунтових властивостей. Як наслідок, окремі “класичні” показники демонструють певну незалежність від інших властивостей, меншу чутливість та мають меншу інформаційну цінність. Такий результат є обґрунтуванням значення інфільтрації не тільки як самостійної характеристики штучних ґрунтоподібних утворень, а й як важливого джерела інформації про характер організації техноземів.

Висновки

1. Досліджені типи техноземів відрізняються між собою за швидкістю інфільтрації. Аспектами особливостей профільного розподілу значень інфільтрації техноземів є діапазон абсолютних значень показника в межах профілю, тренд варіювання (збільшення, зменшення по профілю, або профільна індіферентність) та ступінь відхилення швидкості інфільтрації у конкретному шарі від загального тренду (плавність профільного розподілу).

2. Найбільш високою варіабельністю інфільтрації профілем характеризуються дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах. Більш плавно швидкість інфільтрації розподіляється профілем в дерново-лі-

тогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах. Педоземи та дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках займають проміжне положення.

3. Істотний вплив на швидкість інфільтрації має вміст агрегатних фракцій розміром 7–10 та 0,5–1,0 мм і максимальна гігроскопічна вологість. Щільність ґрунту та пористість статистично вірогідно не мають істотного впливу на швидкість інфільтрації. Такий результат є обґрунтуванням значення інфільтрації не тільки як самостійної характеристики штучних ґрунтоподібних утворень, а й як важливого джерела інформації про характер організації техноземів.

Бібліографія

1. *Забалуев В.А.* Формирование агроэкосистем рекультивированных земель в Степи Украины: эдафическое обоснование / *В.А. Забалуев.* – К., 2010. – 261 с.
2. *Лядська І.В.* Динаміка фізичних та водно-фізичних властивостей педоземів за профілем / *І.В. Лядська* // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2014. – № 2. – С. 131–133.
3. *Масюк Н.Т.* Использование механического состава для агробиологической оценки вскрышных горных пород / *Н.Т. Масюк* // Новое в биологии, селекции и агротехнике полевых и плодовых культур: Труды ДСХИ. – Днепропетровск, 1975. – Т. 23. – С. 3–11.
4. *Маслікова К.П.* Водопроникність техноземів у моделях конструкції з різною стратиграфією / *К.П. Маслікова, І.В. Лядська, О.В. Жуков* // Біологічний вісник МДПУ імені Богдана Хмельницького. – 2016. – № 6(3). – С. 250–265.
5. *Жуков О.В.* Фізичні властивості рекультоземів Нікопольського марганцеворудного басейну / *О.В. Жуков, Г.О. Задорожня, І.В. Лядська* // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – 2014. – Вип. 43. – С. 93–114.
6. *Антипов-Каратаев И.Н.* Почвенные коллоиды и методы их изучения / *И.Н. Антипов-Каратаев, А.И. Рабинерсон.* – Л., 1930. – 283 с.
7. *Жуков А.В.* Агрегатная структура техноземов Нікопольського марганцеворудного басейна / *А.В. Жуков, Г.А. Задорожня, І.В. Лядська* // Біологічний вісник МДПУ. – 2013. – Т. 3, № 3. – С. 274–286.
8. Экологические основы и опыт биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель / *Т.С. Чибрик, Н.В. Лукина, Е.И. Филимонова, М.А. Глазырина.* – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 268 с.
9. *Шеин Е.В.* Курс физики почв / *Е.В. Шеин.* – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
10. *Жуков А.В.* Пространственные паттерны инфильтрации почвы на склоне балки / *А.В. Жуков, Г.А. Задорожня, І.В. Лядська* // Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва. – 2013, № 2. – С. 22–27. – (Серія: Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство).
11. *Умарова А.Б.* Преимущественные потоки влаги в почвах: закономерности формирования и значение в функционировании почв / *А.Б. Умарова.* – М.: ГЕОС, 2011. – 266 с.
12. *Вадюнина А.Ф.* Методы исследования физических свойств почв / *А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина.* – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук,
професор **М.М. Харитонов**