

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ. АГРОНОМІЧНІ НАУКИ

УДК 631.618:633.2.031
© 2017

О.В. ЖУКОВ,
доктор біологічних наук

І.В. ЛЯДСЬКА,
кандидат сільськогосподарських наук

К.П. МАСЛІКОВА,
кандидат біологічних наук

Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
Україна
E-mail: Zhukov_dnipro@ukr.net
вул. С. Єфремова, 25, м. Дніпро

ЕКОЛОГІЧНІ
ДЕТЕРМІНАНТИ ВОЛОГОСТІ
СТІЙКОГО В'ЯНЕННЯ РОСЛИН
У ДЕРНОВО-ЛІТОГЕННИХ ҐРУНТІВ
НА ЛЕСОПОДІБНИХ
СУГЛИНКАХ

Визначено показники вологості стійкого в'янення рослин дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках розрахунковим методом та методом вегетаційних мініатюр. Встановлено подібність між двома методами. З'ясовано, що в дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібних суглинках вологість стійкого в'янення рослин варіює від 5,33 до 13,19 %. Для дослідженого типу техноземів характерно більш низький показник вологості в'янення рослин у верхніх шарах ґрунту та різке його підвищення в нижніх, що свідчить про більш високу ущільненість шару на глибині 30–40 см і нижче. Доведено, що найбільший вплив на вологість стійкого в'янення рослин має засоленість ґрунту. Регресійний аналіз підтвердив, що обидва методи досліджень дають подібні результати, а отже, побудовані педотрансферні функції дозволяють знизити втрати праці під час визначення даної гідрологічної константи і одержати показник, який має очевидну екологічну значимість.

Ключові слова: вологість стійкого в'янення рослин, техноземи, лесоподібні суглинки, рекультивация.

Постановка проблеми. Степова зона України характеризується високою концентрацією підприємств чорної і кольорової металургії. Під час відкритого добування руди тисячі гектарів найбільш цінних земель втрачаються. Проблема відновлення ґрунтового покриву, порушеного внаслідок промислової діяльності, дуже гостро стоїть у районах видобутку корисних копалин [1, 2]. Для відновлення і повернення порушених земель в сільськогосподарське використання проводять рекультивацию, яка передбачає створення

на місці відпрацьованих кар'єрів штучного ґрунтового покриву. Важливою науково-практичною проблемою є досягнення оптимальних параметрів фізичних властивостей і режиму живлення штучно створених ґрунтоподібних тіл [3]. Особливого значення набуває завдання моніторингу водно-фізичних властивостей ґрунту як елементу управління процесом відновлення екологічних функцій ґрунтового покриву під час рекультивации [4, 5]. До факторів, які визначають можливість отримання високих урожаїв у зоні Степу, на-

лежить і наявність доступної для рослин води в ґрунті, адже для рослин доступна та її частина, яка утримується в ґрунті силами, меншими, ніж всисна сила корневих волосків. Нижня межа доступності – це вологість стійкого в'янення рослин [6]. Дана величина є винятково важливою характеристикою і ознакою динаміки відновлення порушених земель.

Лесоподібні суглинки вважаються найбільш агрономічно цінною материнською породою. Вони характеризуються сприятливими для багатьох сільськогосподарських культур фізичними властивостями: високим коефіцієнтом структурності, відносно оптимальною щільністю складення, шпаруватістю, водопроникністю [7, 8]. Ці параметри визначають водний режим техноземів та впливають на їх продуктивність. Важливу проблему становить розробка методичних підходів до встановлення екологічно обґрунтованих показників вологості стійкого в'янення ґрунтів, які сформовані у процесі сільськогосподарської рекультиваци та лесоподібних суглинків.

Метою нашого дослідження було визначити показники вологості в'янення рослин дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках розрахунковим методом і методом вегетаційних мініатюр та оцінити причини розбіжностей цих підходів.

Матеріали і методи дослідження. Роботи проведені на експериментальній ділянці з рекультиваци земель, яка знаходиться на науково-дослідному стаціонарі Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (м. Покров). Зразки ґрунту відбирали по шарах 0–10, 10–20...90–100 см із закладеного розрізу в дерново-літогенному ґрунті на лесоподібних суглинках у трикратній повторності, у червні–липні 2014 року.

На основі величини максимальної гігроскопічної вологості розраховували вологість в'янення рослин, приймаючи перевідний коефіцієнт 1,34 – за інструкцією гідрометеорологічної служби. Крім розрахунку вологості в'янення рослин по максимальній гігроскопічній вологості, застосовували метод безпосереднього визначення показника шляхом вирощування проростків у сушильних стаканчиках і доведення їх до повного в'янення [9].

Статистична обробка одержаних результатів проведена за допомогою програми Statistica 7.0.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз даних, одержаних розрахунковим методом (ВВР), свідчить про те, що оцінки вологості в'янення рослин дерново-літогенного ґрунту на лесоподібних суглинках варіюють від $6,54 \pm 0,31$ (шар 0–10 см) до $12,66 \pm 0,19$ % (шар 90–100 см) (табл. 1).

1. Статистичні характеристики оцінок вологості в'янення рослин дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках, одержаних за допомогою різних методів (середнє \pm ст. похибка)

Шар, см	ВВР, % (розн.)	ВВР, % (вег.)	Дельта (вег.–розн.)	Сухий залишок, %
0–10	$6,54 \pm 0,31$	$7,58 \pm 0,38$	$1,04 \pm 0,22$	$0,49 \pm 0,05$
10–20	$6,63 \pm 0,16$	$7,52 \pm 0,46$	$0,89 \pm 0,31$	$0,44 \pm 0,09$
20–30	$6,20 \pm 0,25$	$7,38 \pm 0,51$	$1,19 \pm 0,27$	$0,47 \pm 0,05$
30–40	$10,82 \pm 0,70$	$11,97 \pm 0,49$	$1,15 \pm 0,27$	$0,47 \pm 0,02$
40–50	$11,09 \pm 0,31$	$12,49 \pm 0,56$	$1,40 \pm 0,35$	$0,52 \pm 0,08$
50–60	$13,19 \pm 0,33$	$13,90 \pm 0,30$	$0,71 \pm 0,10$	$0,46 \pm 0,06$
60–70	$11,19 \pm 0,50$	$12,52 \pm 0,18$	$1,33 \pm 0,57$	$0,52 \pm 0,07$
70–80	$11,48 \pm 0,33$	$12,80 \pm 0,48$	$1,31 \pm 0,16$	$0,46 \pm 0,06$
80–90	$10,44 \pm 0,89$	$12,16 \pm 0,53$	$1,72 \pm 0,38$	$0,57 \pm 0,06$
90–100	$12,66 \pm 0,19$	$13,24 \pm 0,27$	$0,57 \pm 0,11$	$0,32 \pm 0,06$

Між глибиною шару ґрунту та оцінкою ВВР_р існує статистично вірогідна позитивна кореляція ($r = 0,76$; $p = 0,00$). Дисперсійний аналіз вказує на те, що відмінності між шарами ґрунту за цим показником статистично вірогідні ($F = 32,59$; $p = 0,00$). Між оцінками вологості в'янення рослин розрахунковим методом та методом мініатюр (ВВР_м) існує статистично вірогідний кореляційний зв'язок ($r = 0,98$; $p = 0,00$). При цьому метод мініатюр дає вірогідно вищі оцінки вологості в'янення рослин, ніж розрахунковий (непараметричний тест Уїлкоксона $Z = 4,78$; $p = 0,00$). Між глибиною шару ґрунту та оцінкою ВВР_м існує статистично вірогідна позитивна кореляція ($r = 0,79$; $p = 0,00$). Дисперсійний аналіз вказує на те, що відмінності між шарами ґрунту за цим показником статистично вірогідні ($F = 34,90$; $p = 0,00$).

Різниця між оцінками двома методами завжди позитивна (значення ВВР_м переважають над ВВР_р). Вона свідчить про те, що для дослідженого типу технозему розрахунковий метод дає занижені оцінки, ніж екологічно коректний метод мініатюр. Ця різниця варіює від $0,57 \pm 0,11$ (шар 90–100 см) до $1,72 \pm 0,38$ % (80–90 см). Одним з пояснень такої різниці може виступати засолення ґрунтового шару технозему. Нами встановлено, що вміст розчинних солей у дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібних суглинках варіює від $0,32 \pm 0,06$ (шар 90–100 см) до $0,57 \pm 0,06$ % (шар 80–90 см). Такі рівні засолення, вірогідно, можуть

бути причиною спостережуваних розбіжностей між двома методами.

Для описання різниці (дельти) нами засобами регресійного аналізу досліджена роль вмісту розчинних солей, глибини шару ґрунту та оцінки ВВР розрахунковим методом (табл. 2).

Регресійна модель здатна пояснити 74 % варіювання дослідженого показника. Розглянуті предиктори виявилися статистично вірогідними, що дозволяє розглядати їх як прямі або опосередковані чинники формування відмінностей в оцінках вологості в'янення рослин двома методами.

Регресійні коефіцієнти для стандартизованих предикторів (бета-коефіцієнти) дозволяють порівняти внесок предикторів у визначення варіювання дельти. Бета-коефіцієнти вказують на найбільше значення вмісту сухого залишку у формування спостережуваних відмінностей між оцінками ВВР обома методами. Менше значення має загальний рівень ВВР. Відзначимо, що статистично вірогідним виступає і предиктор ВВР², що вказує на складний та нелінійний характер процесів, які встановлюють кінцеве значення вологості в'янення рослин. Нами також встановлено, що існує тренд збільшення дельти з глибиною, хоча, порівняно з іншими чинниками, цей аспект варіювання дельти характеризується найменшим значенням.

Водний режим належить до ключових факторів, які визначають продуктивність агроєкосистем в умовах Степу України [8].

2. Регресійний аналіз дельти оцінок ВВР за різними методами від вмісту розчинних солей у водній витяжці, глибини шару ґрунту та ВВР, оціненого розрахунковим методом ($R^2 = 0,74$)

Предиктор	Бета*	Регресійні коефіцієнти	t(25)	p-рівень
Константа	-	$-3,53 \pm 0,90$	-3,91	0,00
Глибина шару, см	$0,33 \pm 0,14$	$0,06 \pm 0,03$	2,40	0,02
ВВР, %	$3,48 \pm 1,04$	$0,73 \pm 0,22$	3,33	0,00
ВВР ²	$-3,78 \pm 1,02$	$-0,04 \pm 0,01$	-3,71	0,00
Сухий залишок, %	$0,65 \pm 0,09$	$3,19 \pm 0,47$	6,86	0,00

* Регресійні коефіцієнти для стандартизованих предикторів.

Особливого значення набувають завдання кількісної оцінки показників динаміки вмісту вологи в техноземах для розробки екологічно обґрунтованих стратегій їх сільськогосподарського використання [6]. Діапазон доступної вологи у ґрунті залежить від найменшої вологоємності та вологості в'янення рослин і розраховується як різниця між цими гідрологічними константами [7]. Найменша вологоємність – синтетичний показник, який визначається комплексом ґрунтових властивостей і здебільшого залежить від агрегатного стану ґрунту. Цей параметр підлягає управлінню за механічного обробітку ґрунту, внесення органічних добрив та проведення сівозмін. Вологість в'янення рослин найбільшою мірою залежить від гранулометричного складу ґрунту: легкі ґрунти характеризуються меншим значенням цього показника, а більш важкі – вищим [7]. Саме тому розроблений метод визначення вологості в'янення рослин для агроземів базується на перерахунку максимальної гігроскопічності за допомогою універсального коефіцієнта 1,34 (або 1,5) [9].

Більш екологічно обґрунтованим підходом визначення вологості в'янення рослин є метод мініатюр [5]. Він базується на безпосередніх спостереженнях за станом рослин в умовах зміни вологості зразка ґрунту. Підкреслимо, що, крім гранулометричного складу, на значення вологості в'янення рослин впливає концентрація солей у ґрунтового розчину. Для переважної більшості незасолених природних або сільськогосподарських ґрунтів цей аспект не належить до суттєвих, що і пояснює наявність універсального перерахункового коефіцієнта. Але в разі значного засолення ґрунтів урахування мінералізації ґрунтового розчину є необхідним. Очевидно,

що розрахунковий метод неможливо застосовувати для техноземів, які характеризуються строкатістю вертикального та горизонтального розподілу солей [6]. Обмеженням альтернативного методу є його трудомісткість та більша вимогливість до умов лабораторного виконання. Ними раніше показано, що для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах екологічно обґрунтовані оцінки вологості в'янення рослин можна оцінити за допомогою регресійних рівнянь на основі розрахункових оцінок ВВР та даних про мінералізацію ґрунтового розчину [5]. Такий підхід дозволяє на основі порівняно доступних та простих у своєму лабораторному виконанні показників одержати екологічно релевантну оцінку важливої властивості штучного ґрунтоподібного тіла.

Але зазначимо, що встановлені регресійні рівняння є специфічними для кожного типу техноземів. Результати досліджень, одержані у викладеному матеріалі, також вказують на велике інформаційне значення даних про мінералізацію ґрунтового розчину. Новим результатом є і встановлення інформаційної ролі глибини ґрунту як предиктора реального значення вологості стійкого в'янення рослин. Наявність вертикального тренду вказує на профільні відмінності складу розчинних солей, внаслідок чого, вірогідно, за певних значень мінералізації ґрунтового розчину можуть формуватися різні фізіологічні режими для кореневої системи рослин. Очевидно, що перевірка цієї гіпотези потребує додаткових досліджень з урахуванням хімізму водної витяжки. Але в практичних цілях для даного типу технозему цілком достатньо послуговуватися регресійною моделлю з глибиною шару ґрунту як предиктор.

Висновки

Розрахунковий метод та метод мініатюр дають скорельовані оцінки вологості стійкого в'янення рослин. Показник вологості в'янення, який одержаний методом мініатюр, є екологічно обґрунтованим, оскільки

безпосередньо відображає фізіологічний стан рослин залежно від вмісту вологи в ґрунті. Але методично він виявляється надзвичайно трудомістким, дає значно варіабельні результати. Остання обставина по-

требує збільшення кількості експериментів для досягнення необхідної точності оцінок. Одержана педотрансферна функція дозволяє на основі менш трудомістких методик одержати показник, який має очевидну екологічну значимість.

Поряд з умістом розчинних солей у ґрунтовому розчині важливе значення для пояснення реальних значень про вологість стійкого в'янення рослин має глибина ґрунту як віддзеркалення його профілем варіювання хімічного складу солей.

Бібліографія

1. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / редкол.: М.В. Зубець та ін. – К.: Аграрна наука, 2010. – 986 с.
2. Забалуєв В.О. Роль едафотопу в створенні стійких агроecosистем на рекультивованих землях / В.О. Забалуєв // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К., 2002. – № 58. – С. 197–202.
3. Жуков О.В. Залежність інфільтрації техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну від фізичних властивостей / О.В. Жуков, К.П. Маслікова, І.В. Лядська // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2016. – Вип. №4(42). – С. 113–120.
4. Шейн Е.В. Курс фізики почв: учебное пособие / Е.В. Шейн. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
5. Лядська І.В. Методичні підходи до оцінки вологості стійкого в'янення рослин дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах / І.В. Лядська, К.П. Маслікова, О.В. Жуков // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2016. – Вип. №3(41). – С. 68–72.
6. Екологія техноземів / О.В. Жуков, Г.О. Задорожня, К.П. Маслікова, К.В. Андрусевич, І.В. Лядська. – Дніпро. – 2017. – 442 с.
7. Роде А.А. Почвообразовательный процесс и эволюция почв / А.А. Роде. – М.: Географгиз. – 1947. – 149 с.
8. Пространственная агроэкология и рекультивация земель / А.А. Демидов, А.С. Кобец, Ю.И. Грицан, А.В. Жуков. – Днепропетровск: Изд-во “Свидлер А.Л.” – 2013 – 369 с.
9. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропомиздат. 1986. – 416 с.