

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ЕКОЛОГІЯ.  
АГРОНОМІЧНІ НАУКИ

УДК 631.618:633.2.031  
© 2016

**І.В. ЛЯДСЬКА,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**К.П. МАСЛІКОВА,**  
кандидат біологічних наук

**О.В. ЖУКОВ,**  
доктор біологічних наук

Дніпропетровський державний  
аграрно-економічний університет,  
Україна  
E-mail: Zhukov\_dnipro@ukr.net  
м. Дніпропетровськ, вул. Ворошилова, 25

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ  
ДО ОЦІНКИ ВОЛОГОСТІ  
СТІЙКОГО В'ЯНЕННЯ РОСЛИН  
ДЕРНОВО-ЛІТОГЕННИХ ҐРУНТІВ  
НА ЧЕРВОНО-БУРИХ ГЛИНАХ

*Визначено показники вологості стійкого в'янення рослин дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах розрахунковим методом та методом вегетаційних мініатюр. Встановлено причини розбіжностей цих підходів. З'ясовано, що для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах вологість стійкого в'янення рослин становить 6,4–10,1 %. Для дослідженого типу техноземів характерний суттєво нерівномірний розподіл цього показника профілем. Такі особливості складення технозему можна розглядати як негативні для росту рослин та формування продуктивності екосистем. За результатами регресійного аналізу доведено, що найбільший вплив на вологість стійкого в'янення рослин має засоленість ґрунту. Побудовані педотрансферні функції дають змогу зменшити витрати праці під час визначення даної гідрологічної константи і одержати показник, який має очевидну екологічну значимість.*

*Ключові слова:* вологість стійкого в'янення рослин, дерново-літогенні ґрунти, рекультивация.

**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 глибинних шарів у поверхневі до рослин. Волога здатна чинити істотний вплив на хімічні, фізичні, повітряні та теплові якості ґрунту [1–3]. Значення води в житті рослин переоцінити важко. Вона необхідна для підтримки структурної цілісності клітин, тканин, усього організму. Будь-які життєві процеси в рослинах протікають у водному середовищі. Вода бере участь у процесі фотосинтезу, у транспорті мінеральних речовин. Вологість

ґрунту, за якої рослини починають сохнути, називається вологістю в'янення. Запаси води, що залишилися після настання точки стійкого в'янення, важкодоступні і називаються мертвим запасом [4]. Значення вмісту вологи, яке відповідає точці стійкого в'янення рослин, залежить від гранулометричного складу ґрунту, вмісту в ньому органічної речовини і легкорозчинних солей. Винятково важлива характеристика ґрунтової вологи – ступінь доступності її для рослин. Для рослин доступна не вся ґрунтова волога, а тільки та її частина, яка утримується в ґрунті силами, меншими, ніж всисна сила корневих волосків. Чим менш міцно вода

утримується твердою фазою ґрунту, тим більше вона рухається і доступна рослинам [5–7].

Показник вологості в'янення рослин є дуже важливим під час проведення біологічної рекультивациі земель. Він використовується за кількісного описання переважних потоків вологи у ґрунті, вирішенні прогнозних задач щодо водного режиму ґрунтів, переносу різних речовин, розрахунку екологічного ризику використання ґрунтів [8, 9]. Для обчислення даного показника використовують значення максимальної гігроскопічної вологості і перевідний коефіцієнт [10]. Для одержання більш точних результатів застосовують метод вегетаційних мініатюр. Необхідно визначити, який саме із цих двох методів дослідження вологості в'янення рослин характеризується меншими витратами праці, але при цьому не втрачає своєї значимості.

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

**Матеріали і методи дослідження.** Роботи проведені на експериментальній ділянці з рекультивациі земель, яка знаходиться на нау-

ково-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 червоно-бурих глинах у трикратній повторності. Відбирання проб проведене 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 в сушильних стаканчиках проростків і доведення їх до повного в'янення [10].

Статистична обробка одержаних результатів проведена за допомогою програми Statistica 7.0.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Нами були встановлені середні значення вологості в'янення рослин по шарах дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах. Отримані результати за двома методами дослідження розподілені практично однаково з незначними змінами (табл. 1).

**1. Статистичні характеристики оцінок вологості в'янення рослин дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах, одержані різними методами**

| Шар, см | Вологість в'янення рослин |                        |                             |                        | T-тест       |          |
|---------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------|----------|
|         | розрахунковий метод       |                        | метод вегетаційних мініатюр |                        |              |          |
|         | середнє ± ст. похибка     | коефіцієнт варіації, % | середнє ± ст. похибка       | коефіцієнт варіації, % | t-статистика | p-рівень |
| 0–10    | 5,77±0,17                 | 5,09                   | 7,11±0,23                   | 5,55                   | -4,69        | 0,01     |
| 10–20   | 6,27±0,33                 | 8,98                   | 7,07±0,26                   | 6,27                   | -1,93        | 0,13     |
| 20–30   | 9,82±0,03                 | 0,51                   | 10,13±0,08                  | 1,43                   | -3,57        | 0,02     |
| 30–40   | 9,51±0,34                 | 6,24                   | 10,02±0,41                  | 7,13                   | -0,94        | 0,40     |
| 40–50   | 8,85±0,3                  | 5,86                   | 9,59±0,22                   | 3,96                   | -2,01        | 0,11     |
| 50–60   | 9,19±0,68                 | 12,82                  | 9,61±0,74                   | 13,29                  | -0,42        | 0,70     |
| 60–70   | 7,13±0,27                 | 6,51                   | 7,74±0,36                   | 8,00                   | -1,35        | 0,25     |
| 70–80   | 6,58±0,31                 | 8,08                   | 6,67±0,29                   | 7,61                   | -0,22        | 0,84     |
| 80–90   | 6,28±0,03                 | 0,91                   | 6,39±0,12                   | 3,14                   | -0,96        | 0,39     |
| 90–100  | 7,07±0,11                 | 2,77                   | 7,46±0,14                   | 3,34                   | -2,13        | 0,10     |

Так середні значення вологості в'янення рослин, отримані розрахунковим методом, знаходяться у межах 5,77–9,82 %. Мінімальне значення вологості в'янення спостерігається у верхніх (0–10 см) та нижніх шарах ґрунту (90–100 см), а максимальне значення вологості в'янення рослин характерно для ґрунту в шарі 20–30 см. Результати, отримані методом вегетаційних мініатюр, мають дещо вищі показники. Оцінки вологості в'янення рослин, які одержані методом вегетаційних мініатюр, варіюють у межах 7,07–10,13 %. Мінімальне значення вологості в'янення, так само, як і за іншою методикою, встановлене для верхнього (0–10 см) та нижнього (90–100 см) шарів профілю. Максимальне значення дослідженого показника характерне для шару 20–30 см.

Статистична обробка даних показала, що отримані різними методами результати досліджень вірогідно відрізняються для шарів 0–10; 20–30; 40–5 і 90–100 см.

Загальна лінійна модель свідчить про те, що метод визначення, інформація про шар ґрунту та взаємодія цих факторів дорівнюють 86 % варіювання оцінок вологості в'янення рослин (табл. 2). Внесок методу визначення у варіабельність становить 5,0 %, а шару ґрунту – 82,9 %.

Для більш детального опису розглянемо графік розподілу значень вологості в'янення на червоно-бурих глинах (рис. 1). Аналіз результатів, які одержані за двома методами, підтверджує, що профільний розподіл оцінок вологості в'янення рослин подібний. У верхніх шарах профілю ґрунту (0–5 та 5–10 см) і в нижніх (60–70 ... 90–100 см) досліджувані показники мають найменші значення, а в се-

рединній частині профілю – найбільші.

У цілому метод мініатюр дає більш точні оцінки вологості стійкого в'янення рослин порівняно з розрахунковим методом.

Для з'ясування відмінностей отриманих результатів між двома методами розглянемо графік розподілу різниць оцінок вологості в'янення рослин у профілі дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах (рис. 2).

Максимальна відмінність результатів спостерігається для шарів 0–10, 40–50 та 60–70 см і знаходиться в межах 0,5–1,4 %. Мінімальна відмінність оцінок характерна для шарів 20–30; 50–60 та 70–80 см і варіює в межах 0,4–0,2 %. Отже, можна констатувати загальну тенденцію до зменшення відмінності значень оцінок за двома методами в напрямку від поверхневого шару в глиб ґрунту.

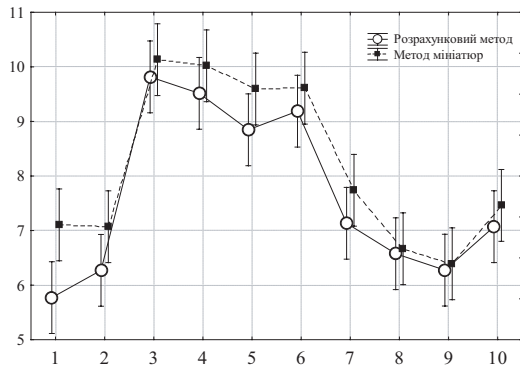
Профільний розподіл показників ВВР, які одержані розрахунковим методом, досить подібний до розподілу, за методом вегетативних мініатюр. Різниця показника між методами за шарами варіює в межах 2 %. Щоб з'ясувати таку відмінність, був проведений регресійний аналіз залежності різниці оцінок за обома методами від оцінки, одержаної розрахунковим методом, та засолення ґрунту (табл. 3).

Отримана регресійна модель описує 65 % варіабельності досліджуваного показника. Зі збільшенням вологості в'янення рослин відмінності оцінок за обома методами зменшуються. Але головною причиною відмінності оцінок є засолення ґрунту. Ця ґрунтова властивість визначає 50 % варіабельності різниці оцінок за двома методами.

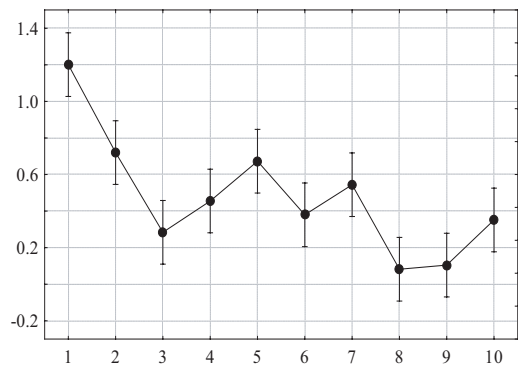
Вологість в'янення рослин, як гідрологічна константа, є важливою ознакою, що

**2. Загальна лінійна модель варіювання вологості в'янення рослин залежно від методу визначення та глибини шару ґрунту ( $R^2 = 0,86$ )**

| Предиктор            | Сума квадратів | Ступінь вільності | Середня сума квадратів | F-відношення | p-рівень |
|----------------------|----------------|-------------------|------------------------|--------------|----------|
| Константа            | 3756,80        | 1                 | 3756,80                | 11819,26     | 0,00     |
| Метод визначення (1) | 4,25           | 1                 | 4,25                   | 13,37        | 0,00     |
| Шар ґрунту           | 120,77         | 9                 | 13,42                  | 42,22        | 0,00     |
| "1*2"                | 1,82           | 9                 | 0,20                   | 0,64         | 0,76     |
| Помилка              | 12,71          | 40                | 0,32                   | -            | -        |



**Рис. 1.**  
Оцінки вологості в'янення рослин дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах, одержані двома методами (тут і на рис. 2: вісь абсцис – шари ґрунту 1 – 0–5 см, 2 – 5–10 см, ..., 10 – 90–100 см; вісь ординат – оцінки вологості в'янення рослин, %; вертикальні лінії – 95%-вий довірчий інтервал)



**Рис. 2.**  
Розподіл різниці в оцінках вологості в'янення рослин дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах, одержаної двома методами, %

характеризує особливості ґрунту як середовища існування. Ця властивість визначає нижній поріг доступної для рослин вологи, яка може міститися в ґрунті. Найважливішими причинами, які впливають на вологість в'янення рослин, є гранулометричний склад та засолення ґрунтів. Для легких за механічним складом ґрунтів загальний рівень цього показника нижчий, а для важких ґрунтів – вищий. Значна частка ґрунтової вологи глинистих ґрунтів може знаходитися в недоступно-

му для рослин стані. Для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах вологість в'янення рослин становить 6,4–10,1 %.

Для дослідженого типу техноземів встановлений суттєво нерівномірний розподіл цього показника профілем. Верхні та нижні шари ґрунту з порівняно меншими значеннями вологості в'янення рослин розмежовані середнім шаром з підвищеними значеннями цього показника. Крім викладеного, такий результат свідчить про нерівномірне скла-

**3. Регресійний аналіз одержаних значень впливу ВВР дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах розрахунковим методом та засолення ґрунту на різницю оцінок ( $R^2 = 0,62$ )**

| Предиктор        | Бета * | Ст. похибка бета | Регресійний коефіцієнт | Ст. похибка регресійних коефіцієнтів | t(27) | p-рівень |
|------------------|--------|------------------|------------------------|--------------------------------------|-------|----------|
| Константа        | -      | -                | -0,34                  | 0,27                                 | -1,24 | 0,22     |
| ВВР              | -0,35  | 0,12             | -0,08                  | 0,03                                 | -2,90 | 0,01     |
| Сухий залишок, % | 0,78   | 0,12             | 2,93                   | 0,46                                 | 6,43  | 0,00     |

\* Бета – регресійні коефіцієнти для стандартизованих предикторів.

дення даного технозему, що може викликати формування водоупорів та порушення переміщення води в товщі ґрунту [4]. Такі особливості складення технозему можна розглядати як негативні для росту рослин та формування продуктивності екосистем.

Важливим аспектом є й визначення методів кількісного обчислення ґрунтових показників. Розрахунковий метод слугує для

встановлення вологості в'янення рослин на незасолених ґрунтах. Техноземи Нікопольського марганцеворудного басейну, як правило, мають певний рівень засоленості, тому формально цей метод застосовувати не припустимо. Альтернативний метод є більш екологічно адекватним, але він і більш трудомісткий, що обмежує його об'ємне застосування.

### **Висновки**

*Обидва методи, використані в дослідженні, дають достатньо подібні оцінки. Але відмінності оцінок між ними досить варіабельні. Тому не можна обмежуватися, застосовуючи розрахунковий метод, зміною коефіцієнта перерахунку. Найбільш придатним рішенням є застосування більш складної регресійної моделі (відзначимо, що перерахунковий коефіцієнт – це найпростіша форма регресії). Доповнення регресійної моделі предиктором у вигляді ступеня засоленості ґрунту (% сухого залишку) значно покращує прогностичні властивості моделі та робить обґрунтованим її застосування для практичних цілей.*

*Для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах вологість в'янення рослин становить 6,4–10,1 %. Для дослідженого типу техноземів встановлений суттєво нерівномірний розподіл цього показника профілем. Верхні та нижні шари ґрунту з порівняно меншими значеннями вологості в'янення рослин розмежовані середнім шаром з підвищеними значеннями цього показника. Результати регресійного аналізу доводять, що найбільший вплив на оцінку вологості в'янення рослин має засоленість ґрунту. Побудовані педотрансферні функції дають змогу зменшити витрати праці під час визначення досліджуваної гідрологічної константи і при цьому одержати показник, який має очевидну екологічну значимість.*

### **Бібліографія**

1. Зонн С.В. Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв / С.В. Зонн, А.П. Травлев. – К.: Наукова думка, 1989. – 216 с.
2. Голеусов П.В. Воспроизводство почв в антропогенно нарушенных ландшафтах Лесостепи / П.В. Голеусов, Ф.Н. Лисецкий. – М.: ГЕОС, 2009. – 210 с.
3. Горбань В.А. Фізичний стан ґрунтів як екологічний фактор / В.А. Горбань // Ґрунтознавство. – 2006. – Т. 7, № 3–4. – С. 34–38.
4. Шеин Е.В. Курс физики почв: учебник / Е.В. Шеин. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
5. Шеин Е.В. Структурное состояние техноземов и формирование в них преимущественных потоков влаги / Е.В. Шеин, Д.И. Щеглов, А.Б. Умарова // Почвоведение. – 2009. – № 6. – С. 687–695.
6. Лядська І.В. Статистичні характеристики оцінок профільного розподілу вологості в'янення рослин на педоземах за профілем / І.В. Лядська // Матеріали ХХ Міжнародного науково-практичного конференції молодих учених “Екологічний інтелект–2015” (14–15 травня 2015 р.). – Дніпропетровськ, 2015. – С. 54–57.
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. Рожков В.А. Физические и водно-физические свойства почв / В.А. Рожков, А.Г. Бондарев. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 73 с.
10. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат. 1986. – 416 с.

**Рецензент** – доктор сільськогосподарських наук, професор **Ю.І. Ткаліч**