

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ГРУНТУ: КЛАСИЧНІ ПОМИЛКИ І ОБ'ЄКТИВНІ ФІЗИЧНІ ПАРАМЕТРИ

М. С. Шевченко¹, Л. М. Десятник¹, Н. В. Швець¹, С. М. Шевченко²

¹ Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49027, Україна

² Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, 49027, Україна

На підставі багаторічного вивчення водного режиму і вологозабезпеченості основних сільськогосподарських культур в сівозмiнах та агробіоценозах визначено факторiальну динамiку вологи в них i внесено корективи до методики визначення запасiв вологи в ґрунті. Встановлено, що найбільш впливовими факторами регулювання продуктивного використання вологи в агроценозах є сівозміни, бур'яни, шкiдники, хвороби, обробіток ґрунту та ін. При цьому додаткове використання вологи культурними рослинами може досягати 20–120 мм. Доведено, що існуюча методика визначення вологості ґрунту і запасів вологи в ньому знижує об'єктивність цих показників і не відповідає сучасним уявленням про процентний (%) вміст складової частини в об'єкті у цілому. Зміна механізму розрахунків полягає в тому, що вміст вологи визначається у вологому зразку ґрунту, а не в сухому, як це робили до цього часу. При цьому до формули визначення вологості ґрунту вводиться коефіцієнт водно-фізичної пропорції.

Ключові слова: ґрунт, вологість, формула, методика, фактори, вологоспоживання, запаси вологи, коефіцієнти, культури.

Вода в агробіоценозах є одним з найважливіших елементів фазового стану ґрунтів. По суті фізичний і фізіологічний потік води з розчиненими в ній поживними речовинами і є проявом життя в агробіосистемі.

У теоретичному аспекті важливим питанням є динаміка накопичення і витрачання води в системі «ґрунт – рослина» залежно від гідротермічних умов, властивостей ґрунту та особливостей водоспоживання сільськогосподарських культур, а в практичному – здатність агроценозів раціонально використовувати вологоресурси і формувати високу продуктивність. Для того щоб з'ясувати особли-

вості складних процесів накопичення вологи в ґрунті і рослинах та її використання, необхідно добитися високої точності методів контролювання динаміки вологи в різних сегментах агробіоценозів та на різних стадіях їх формування [1–4].

Основи методології і технічного визначення вологості ґрунту були закладені на початку ХХ ст. американським вченим Д. Хельсом і відомими ґрунтознавцями О. А. Роде та Н. А. Качинським, які в сучасних умовах залишаються практично незмінними, за винятком деякої їх модифікації, викликаної потребою удосконалення технічних засобів [5–9].

Інформація про авторів:

Шевченко Михайло Семенович, доктор с.-г. наук, професор, зав. відділу землеробства, e-mail: inst_zerna@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6779-0292>

Десятник Лідія Модестовна, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, зав. лаб. сівозмiн та природоохоронних систем обробітку ґрунту, e-mail: lidades1957@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4087-5146>

Швець Наталія Володимирівна, головний фахівець лаб. координації наукових досліджень та інтелектуальної власності, e-mail: inst_zerna@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3113-7689>

Шевченко Сергій Михайлович, канд. с.-г. наук, доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства, e-mail: pik40@i.ua, <https://orcid.org/0000-0002-1666-3672>

Мета дослідження – розробити нову статистичну модель визначення вологості та продуктивних запасів вологи в різних шарах ґрунту на основі співвідношення твердої й рідкої фази і удосконалення механізмів розрахунків з іншими об'єктами в землеробстві.

Матеріали і методи дослідження. Вивчення проблеми удосконалення методів та механізмів визначення запасів вологи в ґрунті проводилося у 2009–2018 рр. в Інституті зернових культур НААН з використанням бази даних, одержаних у польових дослідках, на підставі лабораторних аналізів і в процесі формування статистичних моделей виходу на певні показники вологи в ґрунті. В експериментах використовували як класичний метод визначення вмісту вологи в % від сухої маси (2), так і запропонований, в основу якого покладено визначення вмісту вологи (%) у вологому зразку ґрунту. Для цього в розрахунок об'ємної і сегментованої (%) кількості води в ґрунті введено коефіцієнт водно-фізичної пропорції.

Для визначення частки впливу окремих агробіоценотичних факторів (бур'яної та сегментованої (%) кількості води в ґрунті введено коефіцієнт водно-фізичної пропорції. Частку впливу окремих агробіоценотичних факторів (бур'яни, сівозміни, обробіток ґрунту тощо) на обсяги продуктивного використання вологи сільськогосподарськими культурами визначали методом розподілу балансу вологи між компонентами агроценозу.

Найбільш поширений і популярний ваговий метод визначення вологості ґрунту являє собою відбір зразка ґрунту з природною вологістю, термічне сушіння до повного випаровування води з нього та статистичну обробку одержаних показників з перерахунком на параметри вмісту вологи в ґрунті (%) або запаси води за величиною об'єму (мм).

Абсолютно всі вчені погоджуються з тим, що методичний інструментарій не тільки визначає якість наукових досліджень і одержання нових знань, але й сам по собі є продуктом відповідної епохи стосовно способів виробництва в сільському господарстві та промисловості.

Свого часу не було досконалих бурів для вертикального відбору зразків ґрунту, контейнерів для їх зберігання, електротермоста-

тів з регулюванням температурного режиму. Ніхто навіть не здогадувався про можливість дистанційного визначення вологості ґрунтів за допомогою електронного бомбардування та існування маркерів для ідентифікації показників.

Як правило, питання водоспоживання вивчалися в обмеженому просторі лізіметрів на окремих стадіях розвитку рослин, що унеможливило охопити всі особливості використання вологи, характерні повноцінному агробіоценозу. Слід також враховувати, що урожайність сільськогосподарських культур того часу становила 0,7 т/га проти сучасних 8,0–10,0 т/га зерна. Інтенсивність обробітку ґрунту в 3–4 рази поступалася нинішньому, практично в сільському господарстві не застосовувалися мінеральні добрива і хімічні засоби захисту рослин.

Значні масиви одержаних і оброблених експериментальних даних з питань вивчення кругообігу в різних агробіоценозах дали можливість нам встановити системну помилку, яка була закладена класиками землеробства в методику визначення вологості ґрунту. Потрібно відзначити, що причиною такої деформації і відхилення від об'єктивності була слабка матеріально-технічна база науки, відсутність достатнього досвіду і масовості проведення аналізів, а також перенесення аналогів із суміжних напрямків науки.

Загалом мова йде про те, що розробники методики визначення вологості ґрунту під впливом вказаних факторів в основу розрахунків поклали співвідношення між масою ґрунтової вологи і сухою масою ґрунту, в якому вона міститься. Поштовхом для цього було те, що при визначенні вмісту поживних речовин в рослинах перш за все виходять з показника їх сухої маси.

Так, формула V/M (V – маса вологи в ґрунті, г; M – суха маса ґрунту, г) має право на існування як показник, який характеризує за принципом коефіцієнта кількість води, що припадає на одиницю сухої маси ґрунту. Автори первинної методики поглиблюють помилку шляхом переведення коефіцієнта в %.

Оскільки коефіцієнт водоутримуючої здатності ґрунту не може бути переведений в % тому, що поняття «відсоток» стосується в першу чергу аналізу внутрішньої структури

об'єктів або порівняння різних за одномірними параметрами об'єктів, то запропонований математичний механізм призводить до суттєвого викривлення оцінки обсягів води в агросистемах. Так, наприклад, якщо за традиційної методики в зразку 80 г сухого ґрунту і 20 г вологи відносний показник води становить $(20 : 80) \cdot 100 = 25 \%$, то за фізично обґрунтованого $(20 : 100) \cdot 100 = 20 \%$. Тобто за прийнятої моделі виникає віртуальна або удавана частка вологи, яка статистично не має свого підтвердження.

Ланцюг неточностей і розбіжностей в трактуванні елементів розрахунку вологості продовжує існувати і в процесі переведення її ґрунтових запасів у вигляді товщі шару, зайнятого водою, на обраній площі ділянки.

Головна колізія у питанні визначення вологості і запасів води в ґрунті полягає в одночасному існуванні термінів вологості в загальноприйнятому розумінні (відношення частки до цілого) і пропорційному (відношення частки до частки).

Дотримання позиції розрахунку вологості через суху речовину викликає незручності при синхронізації уявлення про цей показник в інших галузях аграрної науки.

Для того щоб наведена формула була коректною і статистично достовірною, в ній необхідно оперувати не показником вологості (В), а безрозмірним коефіцієнтом водотримуючої здатності твердої фази ґрунту:

$$Z = (M \cdot V \cdot \Pi) : 100, \text{ де}$$

Z – запаси вологи в ґрунті, см,
M – об'ємна маса ґрунту, г/см³,
Π – товща шару ґрунту, см,
V – вологість ґрунту, %.

Недоліком такого математичного механізму визначення вмісту вологи в ґрунті є завищені параметри вологості, які деформують експериментальні дані щодо водоспоживання рослин, коефіцієнта витрат води на одиницю біопродукції, розрахунки поливної норми, ускладнюють перехід від кількості опадів до запасів вологи у ґрунті, дискредитують загальноприйнятую термінологію вологості.

З метою усунення неоднозначності в питаннях трансформації вологи у ґрунті і у цілому в агробіоценозах, нами пропонується

наступна формула переходу від показників вологості до запасів води в ґрунті:

$$Z = M \cdot V/T \cdot \Pi, \text{ де}$$

V – вологість ґрунту у вологому зразку, %,
T – частка твердої фази у вологому зразку, %,
Π – шар ґрунту, в якому визначаються водні властивості, см.

Перевагою даної математичної моделі щодо оперування водно-фізичними властивостями ґрунту є можливість ефективного переходу від відносних до абсолютних показників на основі термінологічно стандартизованих. Принципове значення у розрахунках має математичний блок *V/T*, який враховує кількість вологи у вологому зразку ґрунту і забезпечує одержання перехідного коефіцієнта водно-фізичної пропорції.

Актуальність питання синхронізації показників вологості не тільки за обсягами води в ґрунті, а й водного режиму в агробіоценозі у цілому набуває великого значення в зв'язку з багатофакторними каналами її використання польовими культурами. Фактично агробіосферний кругообіг води регулюється низкою екологічних і агротехнологічних факторів, таких як сівозміни, обробіток ґрунту, добрива, бур'яни тощо (рис.). Тому для визначення динаміки вологоспоживання рослинним компонентом агроценозу важливо до розрахунків включати можливі додаткові ресурси вологи або її втрати, викликані дією вказаних факторів. Наприклад, деформацію об'єктивного уявлення про особливості водоспоживання можуть викликати бур'яни в посівах сівозміни, які здатні використати на власну транспірацію 80–120 м³/га води.

Результати дослідження. Нашими експериментальними дослідженнями доведено, що величина урожайності ранніх зернових культур на 50–60 % залежить від вихідних запасів вологи в ґрунті та на 40–50 % від кількості опадів впродовж вегетації. Для посівів пізніх культур значення дощів протягом вегетаційного періоду збільшується до 55–70 %. При цьому актуальність запасів вологи в ґрунті закономірно зростає в посушливі роки.

В умовах дефіциту вологозабезпеченості посівів культурних рослин та природних угідь річні цикли динаміки мінімумів і мак-

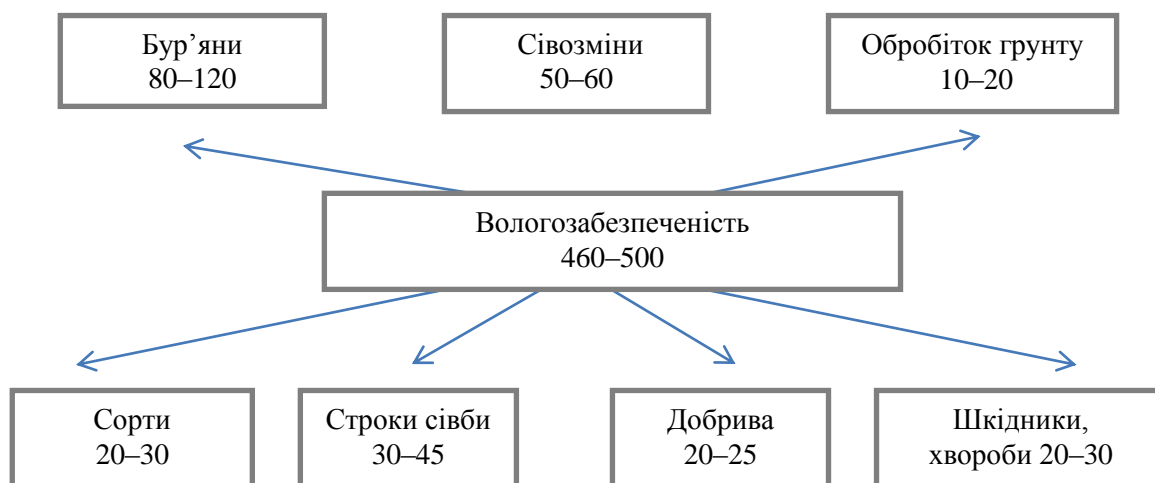


Рис. Значення агротехнологічних заходів у регулюванні запасів вологи при вирощуванні сільськогосподарських культур, мм (за даними Інституту зернових культур, 2001–2017 рр.).

симумів продуктивної вологи в ґрунті варіювали у межах від 140–165 мм (весна) до 26–44 мм (осінь).

Як показав аналіз продуктивності агробіоценозів, вона не завжди має прямий корелятивний зв'язок з продуктивними запасами вологи, тому що в цій статистичній комбінації не враховується рівень опадів упродовж вегетаційного періоду і особливості посилення їх впливу залежно від технології використання агробіоценозів. Тобто для повноти аналізу кругообігу вологи в різних технобіогенних комплексах важливо знати особливості використання опадів, що надходять протягом вегетаційного періоду.

Як виявилось, фактор використання

опадів вегетаційного періоду також залежить від біологічних особливостей сільськогосподарських культур і агротехніки їх вирощування. Встановлено, що системне застосування окремих способів основного обробітку ґрунту має тривалу післядію на водопроникність орного шару ґрунту.

Висновки. Таким чином, з метою упорядкування та дотримання точності термінологічного визначення і фізичного змісту процесів трансформації води в агробіоценозах пропонується включити до методики розрахунків коефіцієнт водно-фізичної пропорції, який дає можливість з високою точністю врахувати всі існуючі нормативи і коректно описати динаміку вологи в ґрунті.

Використана література

1. Гордієнко В. П., Геркіял О. М., Опришко В. П. Землеробство. Київ: Вища шк., 1991. 286 с.
2. Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії. Київ: Вища шк., 1995. 310 с.
3. Кравченко М. С., Злобін Ю. А., Царенко О. М. Землеробство: підручник / за ред. М. С. Кравченка. Київ: Либідь, 2002. 469 с.
4. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового дослідження. Херсон: Вид-во Гринь Д. С., 2014. 445 с.
5. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костоґриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вид-во Дія, 2005. 285 с.
6. Гордієнко В. П. Ґрунтова волога. Сімферополь: Вид-во ЧП Фенікс, 2008. 362 с.
7. Роде А. А. Методы изучения водного режима почв / Почвенный институт им. В. В. Докучаева. Москва: Изд-во АН СССР, 1960. 242 с.

8. Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге. Методы изучения водного режима почв: у 2 т. Ленинград: Гидрометеорологическое изд-во, 1969. Т. 2. 286 с.
9. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Почвенный институт АН СССР им. В. В. Докучаева. Москва: АН СССР, 1958. 191 с.

Referens

1. Gordienko, V. P., Gerkiyal, O. M., Opryshko, V. P. (1991). *Zemlerobstvo* [Agriculture]. Kyiv: Vyshcha shkola. [in Ukrainian]
2. Gudz, V. P., Lisoval, A. P., Andriyenko, V. O. (1995). *Zemlerobstvo z osnovamy gruntoznavstva i agrokhimii* [Agriculture with the basics of soil science and agrochemistry]. Kyiv: Vyshcha shkola. [in Ukrainian]
3. Kravchenko, M. S., Zlobin, Yu. A., Tsarenko, O. M. (2002). *Zemlerobstvo* [Agriculture] / M. S. Kravchenka. (Ed.). Kyiv: Lybid. [in Ukrainian]

4. Ushkarenko, V. O., Bozhhegova, R. A., Goloborodko, S. P., Kokovikhin, S. V. (2014). *Metodyka polio-vogo doslidu* [The technique of field experiment]. Kherson: Vyd-vo Gryn D. S. [in Ukrainian]
5. Jeshchenko, V. O., Kopytko, P. G., Opryshko, V. P., Kostogrys, P. V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v agronomii* [The basics of scientific research in agronomy]. Kyiv: vyd-vo Dia. [in Ukrainian]
6. Gordiyenko, V. P. (2008). *Gruntova vologa* [Soil moisture]. Simferopol: Vydavnytstvo ChP Phenix. [in Ukrainian]
7. Rode, A. A. (1960). *Metody izucheniya vodnogo rez-hima pochv* [Methods of studying the water regime of soils]. Moscow: izd-vo AN SSSR. [in Russian]
8. Rode, A. A. (1969). *Osnovy ucheniya o pochvennoy vlage* [The basics of the theory of soil moisture. Methods of studying the water regime of soils]. Leningrad: Hidrometeorologicheskoye izd-vo, 2. [in Russian]
9. Kachinsky, N. A. (1958). *Mekhanicheskiy I microag-regatnyi sostav pochvy, metody ego izucheniya*. [Mechanical and microaggregate soil composition, methods of its studying]. Moscow: AN SSSR. [in Russian]

УДК 631.5:432.2

Шевченко М. С.¹, Десятник Л. М.¹, Швець Н. В.¹, Шевченко С. М.² Методика определения влажности почвы: классические ошибки и объективные физические параметры. Зерновые культуры. 2018. Т. 2. № 2. С. 309–313.

¹Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН Украины, ул. Владимира Вернадского, 14, г. Днепр, 49027, Украина

²Днепровский государственный аграрно-экономический университет, ул. Сергея Ефремова, 25, г. Днепр, 49027, Украина

На основании многолетнего изучения проблемы водного режима почвы и влагообеспеченности в севооборотах и агросистемах определено факториальную динамику влаги в агроценозах и внесено коррективы в методику определения запасов влаги в почве. Установлено, что главными факторами влияния на продуктивное использование влаги в агроценозах являются севообороты, сорняки, вредители, болезни, способы обработки почвы и др. При этом дополнительное водопотребление культурными растениями может составлять 20–120 мм. Доказано, что существующая методика определения влажности почвы и запасов влаги снижает объективность этих показателей и не соответствует современным представлениям о процентном содержании (%) составной части в объекте в целом. Принципиальное изменение механизма расчета состоит в том, что содержание влаги определяется во влажном образце почвы, а не в сухом, как это имело место до этого времени. При этом к формуле определения влажности вводится коэффициент водно-физической пропорции.

Ключевые слова: почва, влажность, формула, методика, факторы, влагопотребление, запасы влаги, коэффициенты, культуры.

UDC 631.5:432.2

Shevchenko M. S.¹, Desyatnyk L. M.¹, Shvets N. V.¹, Shevchenko S. M.² Methodology for determination of soil moisture: classical errors and objective physical parameters. Grain Crops. 2018. 2 (2). 309–313.

¹SE Institute of Grain Crops of National Academy of Agrarian Sciences, 14 Volodymyr Vernadskyi Str., Dnipro, 49027, Ukraine

²Dnipro National Agricultural-Economical University, 25 Yefremova str., Dnipro, 49027, Ukraine

Based on the long-term study of the water regime and water availability in crop rotations and agro-systems, the factor dynamics of moisture in agrocenoses has been determined and corrections have been made to the methodology for determining the soil moisture reserves. In the process of research in multifactorial field experiments, the complexity of the wet consumption of certain components of agrocenoses was revealed. Due to the use of comparison and exclusion methods, the mechanisms for distributing water between cultural and harmful objects are disclosed, using the methods of comparison and exclusion, the mechanisms of water distribution between cultural and harmful objects are disclosed. It is established that the most influential factors of the regulation of productive use of moisture in agrocenoses are crop rotations, weeds, pests and diseases, soil cultivation, etc. In this case, additional mobilization of volumes of moisture content of cultivated plants can reach 20–120 mm. It is proved that the existing method of determination of moisture content of soil and moisture content reduces the objectivity of these indicators and does not correspond to the current perceptions of the percentage (%) content of the constituent part in the whole object. The fundamental change in the mechanism of calculation is that the moisture content is determined from the moist soil sample, and not from the dry one, as was done by this time. At the same time, the coefficient of water-physical ratio is introduced into the moisture determination formula.

Key words: soil, humidity, formula, methodology, factors, moisture content, moisture reserves, coefficients, culture.