

УДК 626.81: 631.4

Козішкурт С. М., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО РОЗРАХУНКУ РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ З МЕТОЮ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ПОЛИВНИХ ҐРУНТІВ

Розглянуті основні причини зниження родючості поливних ґрунтів. Проаналізовані методики визначення режиму зрошення для забезпечення водоспоживання рослин та умов ґрунтоутворення. Ключові слова: родючість, ґрунт, ґрунтоутворення, режим зрошення, поливна норма.

Ґрунт – найважливіший компонент господарських біоценозів. Стан і характер ґрунтового покриву, його водний, повітряний, сольовий, поживний, тепловий і мікробіологічний режим та біопродуктивність мають вирішальний вплив на сільськогосподарське виробництво.

Тривале екстенсивне використання ґрунтів призвело до їхнього часткового виснаження. За останні 100 років на території країни запаси гумусу в орному шарі степових чорноземів зменшилися у середньому на 30% [1]. Відомо, що наявність гумусу стабілізує водний режим ґрунту і підвищує буферну дію: запобігає винесенню мікроелементів із ґрунту, а у випадку хімічного забруднення зменшує його токсичність.

Охорона ґрунту, в поєднанні з раціональним використанням, необхідна для збереження та збільшення родючості, встановлення збалансованого циклу його вилучення і відновлення. Важливим у цьому питанні є те, що управління родючістю ґрунту повинно ґрунтуватися на екологічних основах.

Основні причини зниження родючості – зміна структури екосистеми, потоків речовин і енергії між ґрунтом і довкіллям, значне порушення балансу органічних та мінеральних речовин (зменшення видового різноманіття трав, розорювання ґрунтів, введення сівозмін замість природного трав'яного покриву).

Культура меліоративного землеробства тривалий час орієнтувалася на отримання максимальних урожаїв сільськогосподарських культур, часто не дотримуючись раціонального використання та забезпечення умов ґрунтоутворення. Родючість ґрунтів сприймали як належне, незмінне, дароване природою. Замість збереження і відтворення родючості ґрунтів покладалися на хімізацію, селекцію й агротехніку.

Меліоративне землеробство, разом із підвищенням урожаїв сільгоспкультур, стало суттєвим фактором зміни і формування нового природного середовища, у першу чергу, ґрунтів – найбільш вразливого компонента довкілля.

Родючий шар ґрунту містить практично всі необхідні поживні елементи, але їхні запаси спочатку слід перевести з твердої фази в ґрунтовий розчин, який рослина забирає з ґрунту кореневою системою.

До зрошування гумусовий шар та поживні речовини були сконцентровані у верхніх шарах ґрунту, але через дефіцит води не задовольнялася необхідна концентрація цих речовин у ґрунтовому розчині. Крім того, нестача води не забезпечувала необхідної інтенсивності транспірації рослин.

Із впровадженням зрошування був покритий дефіцит води, необхідний для забезпечення рослин поживними речовинами та температурним режимом. При цьому врожаї поливних культур у перші роки функціонування зрошувальних систем у 2-4 рази перевищували врожаї на богарних землях. Проте, через 5-7 років зрошування, навіть в умовах сприятливого гідромеліоративного стану, врожаї знижуються.

Основна причина, на наш погляд, через невідповідність поливного режиму вимогам ґрунтоутворення. Прийняті режими зрошування забезпечували водоспоживання рослин, але не враховували умов еволюції ґрунтів, їхнє збереження та відновлення. При цьому порушувалися загальні принципи природокористування і природооблаштування: не перевищувати природне навантаження у процесі функціонування техногенних систем із метою збереження компонентів ландшафту. Однак, на зрошуваних землях значно збільшилася прибуткова частина водного балансу в порівнянні з природним, що вплинуло на зміну гідромеліоративного режиму та підняття рівня ґрунтових вод.

Так, відношення величини зрошувальних норм і сум опадів за вегетаційний період до багаторічного природного забезпечення, що характеризує ступінь зміни водного режиму ґрунтів і умов ґрунтоутворення, становить в більшості випадках 1,0...1,4. Це говорить про те, що водний режим зрошуваних ґрунтів посушливої зони корінним чином відрізняється від природного. Сумарне надходження вологи в 1,5...2,5 рази вище середньобагаторічної величини атмосферних опадів, що перевищує максимальні значення 1% ймовірності природної водозабезпеченості.

Крім того, на зрошуваних землях різко порушується баланс річної біологічної продуктивності ґрунтів. Відношення щорічного приросту до загальної кількості біомаси на поливних ґрунтах степової зони краї-

ни становить 0,60...0,70, що на 25...30% нижче, ніж характерно для природних ландшафтів.

Зрошення змінило природні фактори ґрунтоутворення: природний водний баланс, вологість і температуру верхніх шарів ґрунту та приземного шару повітря, витрати води на випаровування, морфологічні ознаки, умови формування ґрунтів. У степовій зоні країни природно-автоморфні ґрунти трансформувалися в іригаційно-гідроморфні та гідроморфні, що відобразилося на агрогідрологічних і хімічних властивостях меліорованих ґрунтів.

Розглянемо екологічні аспекти взаємодії зрошувальних вод і ґрунту. Процес впливу дощових крапель на агрегати ґрунту має динамічний характер. Ефективність впливу залежить від кількості крапель та їхнього діаметра. Крім того, на руйнування структури ґрунту істотно впливає інтенсивність дощу. При високій інтенсивності відбувається нерівномірне набухання агрегатів ґрунту в поверхневих шарах. У середині агрегатів утримується повітря, що зумовлює зниження стійкості та призводить до їхнього руйнування при «вибуху» його на поверхню ґрунту.

Унаслідок руйнування ґрунтових агрегатів під впливом зрошувальних вод та подальшому склеюванні мікроагрегатів у крупніші (більше 10 мм) при висиханні ґрунту збільшується вміст брилистої фракції на 40...50%. Вміст агрегатів розміром 1...3 мм (найцінніших з агрономічної точки зору) зменшується на 3...5%. Унаслідок погіршення співвідношення між мікро- і макроструктурними відмінами в профілі зрошуваних ґрунтів виявляються елементи злитості.

Структуру ґрунту обумовлюють його щільність і пористість, а отже, умови обміну води і повітря. Збільшення циклів «зволоження-осушення» при зрошуванні сприяє диспергуванню й ущільненню ґрунтів на 0,10...0,25 т/м³.

При тривалому, не завжди екологічно обґрунтованому, зрошенні підвищується міграційна здатність карбонатів, які поступово вимиваються у нижні горизонти, підсилюють деградаційні процеси, викликають зміну фізико-хімічних показників, і, в першу чергу, осолонцювання поливних ґрунтів.

Одним із негативних наслідків зрошування є іригаційна кірка, яка утворюється на поверхні ґрунту. Вона істотно змінює фізичні якості ґрунту, його технічні властивості, що потребує коригування поливного режиму. Ця кірка перешкоджає нормальному росту сільськогосподарських культур і потребує додаткових затрат на обробіток землі.

Враховуючи наведені фактори, а також позитивний вплив деяких сільськогосподарських культур на водостійкість ґрунту, слід вибирати

тактику поливу залежно від родючості ґрунту, якості штучного дощу, опірності ґрунту краплинній ерозії з метою зменшення *деструктуризації* орного шару ґрунту.

В останні роки вчені в комплексі заходів для захисту родючості поливних ґрунтів вагомого значення надають правильному визначенню режиму зрошення.

Більшість меліораторів схильна до поливу ґрунтів малими нормами, перевагами яких є: різке зниження інфільтраційних втрат, що на тривалий час відсуває потребу в дренажі, продуктивніше використання добрив, мінімальне винесення біогенних речовин, гумусу і пестицидів у ґрунтові та дренажні води, запобігання забрудненню підземних вод.

Ця тактика вагомо знижує навантаження на природні комплекси, проте має низку обмежень. По-перше, на сьогодні недостатньо мобільної дощувальної техніки, здатної впродовж доби полити малою нормою (менше 100 м³/га) із задовільною якістю дощу велику площу (100...150 га). По-друге, при такому зрошуванні забезпечується зволоження малого шару ґрунту (0,2...0,3 м) і лише легких ґрунтів, решта кореневмісного шару недозволюється.

На сьогодні найбільш прийнятним є диференційний полив. Суть його полягає в поливах різними нормами упродовж вегетаційного періоду: часто – малими, рідше – більшими. Такий підхід можливий на незасолених і несхильних до засолення землях.

У практиці зрошування найефективнішим є нічний полив, що забезпечує ощадливу витрату води, знижує негативний вплив на структуру ґрунту.

Щоб зберегти родючість ґрунту і досягти високої віддачі поливного гектара, необхідно, в першу чергу, управляти режимом зрошення. Проте, не завжди на зрошуваних землях врожаї досягають проектних значень, а водно-фізичні властивості ґрунтів у деяких випадках погіршуються. Це виникає, якщо поливи не відповідають потребі рослин у воді та проводяться без врахування оптимального водно-повітряного режиму ґрунту.

Водно-повітряний режим ґрунту при зрошуванні земель забезпечується періодичними поливами. Норма поливу визначається фізіологічними потребами рослини у воді і встановлюється за залежністю

$$m=100 \cdot H \cdot \gamma_0 \cdot (\beta_{HB} - \beta_{min}), \text{ м}^3/\text{га}, \quad (1)$$

де m – поливна норма, м³/га; H – потужність розрахункового шару ґрунту, м; γ_0 – об'ємна маса ґрунту, т/м³; β_{HB} і β_{min} – відповідно вологість ґрунту при найменшій вологоємності і мінімальна допустима вологість, % від м.с.гр.

За верхній поріг вологості у ґрунті для рослин (окрім рису) приймають найменшу вологоємність (НВ). При цьому припускається, що насичення ґрунту водою до НВ не викличе дефіциту повітря, а при переполненні надлишок води у вигляді гравітаційного стоку стече за межі розрахункового шару в глибші горизонти. За нижній поріг вологості β_{min} приймають частину $\beta_{НВ}$. Цю величину визначають для кожної рослини, і в більшості випадків вона становить 70...75% $\beta_{НВ}$.

Такий розрахунок простий, але має щонайменше два недоліки. По-перше, вологість виражена у відсотках НВ не дає прямого уявлення про співвідношення води і повітря в ґрунті та не враховується оптимальна вологість ґрунту. По-друге, приймаючи за поріг зволоження НВ ми ризикуємо тим, що переступивши цей поріг можемо викликати гравітаційний стік води за розрахунковий шар ґрунту. При цьому втрати води за рахунок інерційних сил будуть значно більші за об'єм переполни. Крім того, ці втрати викликають підйом рівня ґрунтових вод.

Доцільніше визначати вологість і запас вологи у ґрунті за його шпаруватістю. Припустимо, що об'єм води у ґрунті становить 55% шпаруватості, отже решта 45% зайнято повітрям. Тобто вологість від шпаруватості є комплексна характеристика не тільки водного, але одночасно і повітряного режиму ґрунту. Відмову від визначення запасів вологи за об'ємом шпарин замість зваженого обумовлюють складнішим встановлення шпаруватості ґрунту. Але якщо прийняти щільність скелету мінеральних ґрунтів у середньому $2,65 \text{ т/м}^3$, то виходячи з формули $A = \left(1 - \frac{\gamma_0}{\gamma_c}\right) \cdot 100$ можна знайти шпаруватість за такою залежністю

(коефіцієнт кореляції становить 0,98...1,0):

$$A = 100 - 38 \cdot \gamma_0, \% \quad (2)$$

Визнано, що найбільш сприятливі умови росту і розвитку рослин створюються при вологості ґрунту на рівні 70% НВ. Проте, така вологість, як правило, перевищує оптимальну вологість утворення гумусу та забезпечення умов ґрунтоутворення, розвитку мікроорганізмів, від яких залежить родючість ґрунту.

При визначенні поливних норм за оптимальною вологістю родючого шару залежно від шпаруватості слід прийняти до уваги, що величина останньої не залежить від гранулометричного складу ґрунту. Незалежно від того, що в глинистих ґрунтах шпаруватість велика, а в піщаних – низька, оптимальна вологість на цих ґрунтах буде однаковою. Причина не в абсолютній кількості води, а в співвідношенні води і повітря в ґрунті. Для сільськогосподарського використання оптимальна вологість ґрунту залежно від шпаруватості становить 65...70% [3]. При

цьому оптимальний запас вологи в шарі ґрунту визначається за формулою

$$W_{opt} = A \cdot H \cdot \beta_{opt}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (3)$$

де W_{opt} – оптимальний запас вологи у кореневому шарі ґрунту, $\text{м}^3/\text{га}$; A – шпаруватість ґрунту, %; H – потужність кореневого шару ґрунту, м; β_{opt} – оптимальна вологість ґрунту, % A .

Якщо запаси вологи в кореневому шарі ґрунту відхиляються від оптимальних на 7...10%, то ні умови ґрунтоутворення, ні рослини відчутно не відреагують пониженням своєї продуктивності, а поливна норма при цьому буде дорівнювати

$$m = 2 \cdot a \cdot \frac{W_{opt}}{100}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (4)$$

де a – допустиме відхилення від оптимального запасу вологи у шарі ґрунту, % W_{opt} .

У наведених розрахунках слід відмітити дві обставини. По-перше, мова йде про короткочасне збільшення чи зменшення запасу вологи в ґрунті від оптимального значення. По-друге, максимальний запас вологи не досягає НВ. Отже, при поливі такими нормами практично вся подана в ґрунт вода буде знаходитися в капілярній, доступній для рослин, формі.

Сьогодні немає встановленого значення глибини зволоження ґрунту. Одні вчені вважають необхідним більш глибоке зволоження, й обґрунтовують це тим, що основна частина кореневої системи рослин розміщується на глибині 0,7...1,0 м. Інші рекомендують зволожувати ґрунт на глибину не більше 0,4...0,6 м.

Аргументи на користь глибокого зволоження обґрунтовують деякими перевагами організаційно-господарського порядку: підвищення продуктивності праці при поливі, зниження втрат води на випаровування з політої площі. Проте, збільшення поливних норм ускладнює проведення поливів, призводить до появи калюж, поверхневих стоків та іригаційної ерозії, а також перетоку зрошувальної води за розрахунковий шар ґрунту і винесення поживних речовин, у результаті чого погіршується меліоративний стан ґрунтів. Із підвищенням поливних норм збільшується міжполивний період, при цьому на випаровування з верхніх шарів ґрунту вода витрачається в 2-3 рази швидше, ніж з нижніх, що призводить до розриву капілярного зв'язку ґрунтової води. У таких умовах дефіцит вологи у верхніх шарах ґрунту проявляється вже на середині поливного періоду, що негативно впливає на продуктивність рослин.

Зволоження неглибоких шарів ґрунту обумовлюється зменшенням

втрат води на поверхневій і глибинній стоки та зниженням негативного впливу зрошення на ґрунти. Але при цьому збільшується кількість поливів і втрати води на випаровування, а ґрунт не зволожується на глибині більшій за 0,6 м. Тому коренева система, яка розміщена глибше, не може використовувати свій потенціал.

При середньодобовому сумарному випаровуванні води з ґрунту 4...5 мм/добу та міжполивному періоді 10-12 діб поливна норма становить 300...450 м³/га, а глибина промочування ґрунтів не перевищує 0,4...0,6 м. Ця глибина найбільше забезпечена поживними речовинами, гумусом і повітрям, у ній розташована основна частина кореневої системи, яка забезпечує врожай. Тому немає сенсу на родючих незасоленних землях подавати великі поливні норми та збільшувати глибину зволоження ґрунтів.

Поливи меншими нормами потребують заходів зі зниження втрат води на випаровування з политих площ, особливо в перші доби після поливу, коли вони перевищують на 10...15% випарність з водної поверхні. Але своєчасний післяполивний обробіток ґрунту не тільки зменшує ці втрати, але й збільшує міжполивний період на 3-4 доби, зменшує кількість поливів, а також забезпечує проведення наступного поливу без утворення калюж і поверхневого стоку.

Отже, при визначенні поливних норм і глибини зволоження, слід враховувати ґрунтовий профіль, потужність гумусового горизонту, родючість ґрунту та умови розвитку кореневої системи рослин. А значення вологості ґрунту варто встановлювати у відсотках його шпаруватості, як комплексної характеристики водного і повітряного режимів, незалежної від гранулометричного складу.

Складний екологічний стан поливних ґрунтів зумовлює необхідність нового наукового підходу до обґрунтування і впровадження меліоративних заходів. Важливим етапом такого обґрунтування є аналіз природно-меліоративної ситуації на діючих системах із виявленням причинно-наслідкових зв'язків.

Передусім слід визначитися з режимами забезпечення умов ґрунтоутворення та поліпшення властивостей ґрунтів у природному стані. Необхідно встановити, які параметри ґрунту варто змінити чи покращити за допомогою меліоративних заходів; спрогнозувати зміни властивостей і режимів ґрунтоутворення під впливом зрошування.

Таким чином, зрошувальні меліорації слід розглядати не лише як захід зволоження ґрунтів із метою забезпечення фізіологічної потреби рослини водою й одержання високих врожаїв, але й як основний засіб гарантування оптимальних умов ґрунтоутворення, відновлення і збереження родючості ґрунтів.

1. Оптимизация режимов и свойств черноземов Украины / Носко Б. С. и др. //

Вестник с.-х. науки. – 1986. – Вып. 17. – С. 53–58. **2.** Рекомендації по режиму зрошення сільськогосподарських культур із врахуванням мікробіологічних і біохімічних процесів у ґрунтах півдня України. – К. : Наукова думка, 1974. – 28 с. **3.** Родючість ґрунтів (моніторинг і управління) /за ред. В. Медведєва. – К. : Урожай, 1992. – 240 с. **4.** Почвы Украины и повышение их плодородия. – Т. 1. /под ред. Н. Полупана. – К. : Урожай, 1988. – 296 с. **5.** Козишкурт М. Є. Еволюція ґрунтів та шляхи збереження їх родючості при зрошуваному землеробстві на півдні України / Козишкурт М. Є., Козишкурт С. М. // Вісник УДУВГП. – Вып. 2 (26). – Рівне, 2004. – С. 117–124. **6.** Козишкурт М. Є., Козишкурт С. М., Голота Л. М. Екологічні вимоги до зрошення ґрунтів та концептуальні підходи до збереження їхньої родючості / Козишкурт М. Є., Козишкурт С. М. // Гідромеліорація та гідротехнічне буд-во. – Вып. 34. – Рівне, 2009. – С. 58–65.

Рецензент: д.т.н., професор Рокочинський А. М. (НУВГП)

Kozishkurt S. M., Candidate of Engineering, Associate Professor
(National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

IMPROVING OF APPROACHES TO CALCULATING IRRIGATION REGIME IN ORDER TO PRESERVE THE FERTILITY OF IRRIGATED SOILS

Principal reasons of decline of fertility of irrigated soils are considered. The determination methods of the irrigation mode are analyzed for providing of water consumption of plants and terms of soil formation. Keywords: soil, formation of soil, fertility, mode of irrigation, irrigation norm.

Козишкурт С. Н., к.т.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДХОДОВ К РАСЧЕТУ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ

Рассмотрены основные причины снижения плодородия орошаемых почв. Проанализированы методики определения режима орошения для обеспечения водопотребления растений и условий почвообразования. Ключевые слова: плодородие, почва, почвообразование, режим орошения, поливная норма.
