

CZU 631.423.2

PERFEȚIONAREA METODEI DE STABILIRE A REGIMULUI DE UMIDITATE A SOLULUI LA IRIGARE

Alexandru CORONOVSCI, Rodica CEBAN
Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Abstract. An improved method for establishing soil moisture regime under irrigation conditions is presented in this paper. In contrast to the traditional approach the researches proceeded from the hypothesis that the maximum moisture limit that can be maintained in the soil may differ from the field water capacity (FWC). Six variants of maximum soil moisture limits and six variants of minimum soil moisture limits were established. Soil moisture regime variants were chosen in such a way that watering rate is the same for equal moisture intervals but differing in their superior and inferior limits, which is impossible according to traditional approach. It was determined that because of the reological properties of the soil, classical procedures of calculation considerably diminish water content in the soil. Maximum and minimum moisture level, which could be maintained in the soil, can range in the following limits (0.7-1.0) FWC. Soil moisture regime, maintained according to classical approach, has a lower rainfall retention capacity than the one presented in this work (0.7-0.9) FWC.

Key words: Soil moisture regime; Field water capacity; Watering time; Percolation.

Rezumat. În lucrare se prezintă o metodă perfecționată de stabilire a regimului de umiditate a solului în condiții de irigare. În mod contrar abordării tradiționale, cercetările au pornit de la ipoteza, că limita maximă de umiditate, care poate fi menținută în sol, poate fi și alta decât capacitatea de câmp pentru apă (CC). S-au stabilit 6 variante de limite maxime și 6 variante de limite minime de umiditate a solului. Variantele regimului de umiditate au fost alese astfel, încât unuia și aceluiași interval de umiditate, dar cu limitele de jos și sus diferite, să-i revină aceeași normă de udare, ceea ce conform abordării tradiționale este imposibil. S-a constatat că din cauza proprietăților reologice ale solului, procedurile clasice de calcul minimizează considerabil conținutul de apă în sol. Nivelul maxim și minim de umiditate, care poate fi menținut în sol poate fi în limitele (0,7-1,0) CC. Regimul de umiditate a solului, menținut conform percepției clasice, are o rezervă de capacitate mai mică de reținere a precipitațiilor atmosferice decât cel prezentat în lucrare (0,7-0,9) CC.

Cuvinte-cheie: Regim de umiditate a solului; Capacitatea de câmp pentru apă; Timp de udare; Percolare.

INTRODUCERE

O metodă de optimizare a regimurilor de umiditate a solurilor în condiții de irigare, acceptată și folosită de majoritatea cercetătorilor din acest domeniu, constă în încercarea diferitor limite ale umidității minime a solului, umiditatea maximă rămânând constantă la nivelul capacității de câmp (CC) a solului pentru apă. În conformitate cu această metodă se optimizează, în principiu, limita minimă a umidității solului la care recolta culturilor agricole în aceste condiții este maximală, adică se stabilește „plafonul minim” al umidității solului la care se declanșează udările.

Această metodă, după părerea noastră, nu realizează toate posibilitățile de optimizare a regimurilor și normelor de udare, conducând la rezultate greșite, ceea ce, implicit, favorizează impactul negativ asupra fertilității potențiale și celei efective ale solului.

Pentru eliminarea acestor neajunsuri, propunem îmbunătățirea metodei de optimizare a umidității solului.

Scopul cercetărilor a fost argumentarea unei metode perfecționate de menținere a umidității solului. Pentru realizarea scopului s-au planificat următoarele sarcini: elaborarea ipotezei despre modul de distribuire a apei în sol; organizarea unei experiențe pentru argumentarea ipotezei; adoptarea, calcularea și menținerea diferitor variante ale umidității solului, care susțin ipoteza despre distribuirea reală a apei în sol.

MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările discutate aici fac parte dintr-o mai amplă experiență în lizimetre, îndeplinită în cadrul Institutului de Ecologie și Geografie al Academiei de Științe a Moldovei, în perioada anilor 2005-2010 (responsabil – cercetător coordonator A. Coronovschi).

Pentru cercetare se înaintează ipoteza conform căreia limita maximală de menținere a regimului de umiditate a solului poate fi și alta decât CC, conform teoriei existente, iar formula de calcul al normei de udare poate fi transcrisă în felul următor:

$$n_c = (W_2 - W_1) CC \cdot g \cdot S \cdot h, \quad (1)$$

în care: n_c – norma calculată, l/liz; W_1 , W_2 – umiditatea solului, limitele inferioară și superioară, conform variantelor stabilite, zecimi de unitate;

CC – capacitatea de câmp pentru apă a solului, zecimi de unitate;

g – greutatea volumetrică a solului în vase. $g = 1,1 \text{ gr/cm}^3$;

S – suprafața solului, cm^2 ;

h – adâncimea (înălțimea) lizimetrului, cm.

Întru argumentarea scopului este necesar să se respecte condiția: norma calculată conform ipotezei trebuie să mențină umiditatea solului în limitele indicate în aceasta, iar diferența de umiditate a solului înainte de udare și după aceasta trebuie să fie egală cu norma de udare.

Pentru a argumenta această ipoteză, cercetările au fost efectuate în lizimetre. Diametrul vaselor de lizimetrie este de 0,4 m și înălțimea – de 0,56 m. Vasele au fost umplute cu sol în prealabil omogenizat. Dacă ipoteza va fi susținută, omogenizarea va fi un argument în plus în favoarea acesteia. Solul a fost prelevat dintr-un profil cu adâncimea de 0,50 m. Tipul de sol este cernoziom obișnuit, moderat humificat. Caracteristica acestuia este prezentată în tabelul 1.

Pentru a stabili influența regimului de umiditate asupra recoltei culturii agricole, în vasele lizimetrice a fost semănat grâu de toamnă „Porada”, omologat în Republica Moldova.

Observările și cercetările efectuate s-au referit la umiditatea solului (urmărită zilnic), la precipitațiile atmosferice, la determinarea capacității de câmp a solului (CC), la calibrarea tenziometrelor, la volumul de apă percolată.

Pentru a putea urmări cât mai eficient dinamica umidității pe profil, au fost instalate adăugător câte două tenziometre la adâncimile de 10, 25 și 45 cm, pentru o repetare din fiecare variantă de umiditate. Schema instalației este prezentată în figura 1.

Tabelul 1. Caracteristica fizico-chimică a solului

Nr	Adâncimea	Humus %	pH	NH ₄ mg/kg	NO ₃ mg/kg (LCA=130)	EXTRAS APOS								P ₂ O ₅ mobil mg/kg	K ₂ O Mobil mg/kg (LCA=200)	Comp. gran.	
						Reziduu fix % (LCA=0,2)	HCO ₃ mg/kg	Cl mg/kg	SO ₄ ⁻² mg/echiv	Ca ² mg/echiv	Mg ² mg/echiv	Na mg/echiv	K ⁺ mg/echiv			< 0,01 mm	> 0,01 mm
1	0-20	4,5	7,6	46,3	2,4	0,1020	0,6	0,308	0,9118	0,588	1,078	-	0,1538	44,7	379,0	49	51
2	20-40	3,46	7,6	46,3	2,4	0,1040	0,48	0,352	0,1525	0,49	0,872	-	0,1025	30,0	210,0	51	49
3	40-60	2,6	7,6	33,6	2,0	0,1300	0,6	0,264	0,51225	0,588	0,686	-	0,1025	40,0	227,0	51	49
4	60-80	1,78	7,6	33,6	2,0	0,0560	0,64	0,396	0,1912	0,49	0,686	-	0,0512	25,0	185,0	51	49
5	80-90	1,45	7,4	48,8	2,2	0,0480	0,68	0,396	0,3472	0,686	0,686	-	0,0512	20,0	168,0	57	43

Autor: E. Tarlev, Laboratorul ecologic central, Inspectoratul Ecologic de Stat

Ca variante ale limitelor maxime și minime de umiditate a solului au fost stabilite următoarele:

1. (0,7-1,0)CC ;
2. (0,7-0,9)CC ;
3. (0,7- 0,8)CC, limita minimă – 0,7C;
4. (0,8-0,9)CC ;
5. (0,8- 1,0)CC, limita minimă – 0,8CC;
6. (0,9-1,0)CC, limita minimă – 0,9CC.

Menținerea umidității solului conform variantelor stabilite s-a efectuat prin udări, cu următoarele norme:

$$m_1=8,27 \text{ l/liz.}; m_2=5,53 \text{ l/liz.}; m_3=2,77 \text{ l/liz.}; m_4=2,77 \text{ l/liz.}; m_5=5,53 \text{ l/liz.}; m_6=2,77 \text{ l/liz.}$$

Variantele regimului de umiditate au fost alese astfel încât unuia și aceluiași interval de umiditate, dar cu limitele de jos și sus diferite, să-i revină aceeași normă de udare (ex.: (0,7-0,9)CC și (0,8-1,0)CC au regim de umiditate diferit, dar aceeași normă de udare – 5,53 l/liz.), ceea ce, conform percepției existente, este imposibil.

Calculul normei s-a efectuat conform formulei (1), în 3 repetiții. Observările asupra umidității solului s-au efectuat în fiecare zi la aceeași oră (8.00). Pentru controlul bilanțului apei, în fiecare lizimetru au fost instalate captatoare de apă percolată. Observările și măsurările s-au efectuat adăugător după fiecare udare și după căderea precipitațiilor atmosferice.

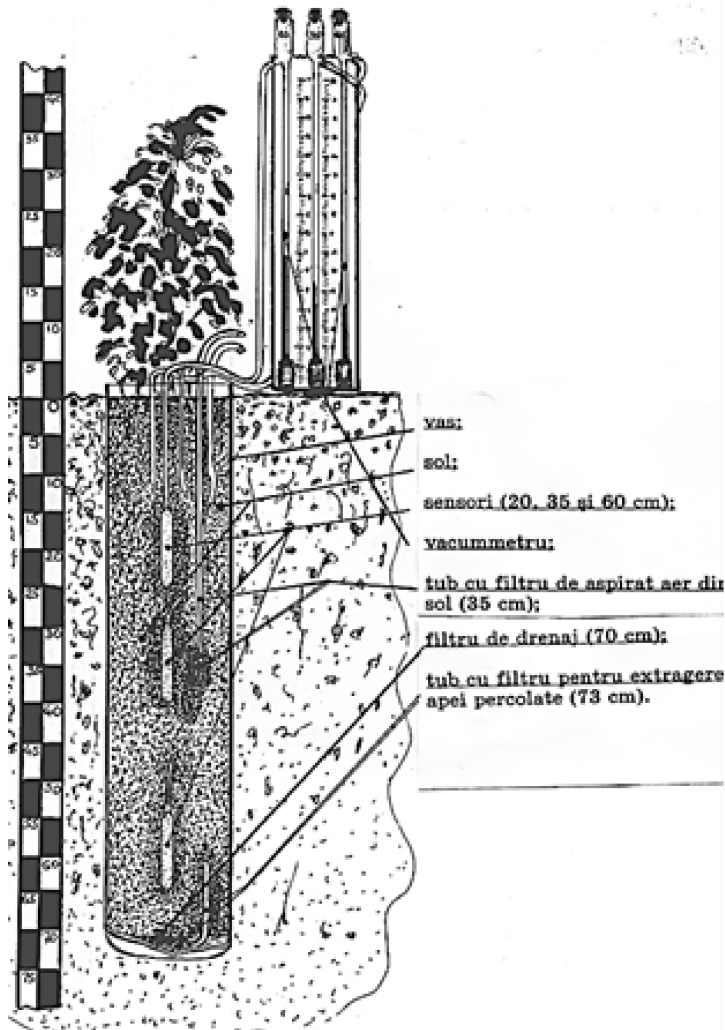


Figura 1. Schema lizimetrului dotat cu aparate de măsură și control

concepția actuală de mișcare a apei în sol. În urma măsurărilor efectuate ale volumului de apă percolată am stabilit că la mărirea umidității de declanșare a udărilor W_d și a normei de udare, cantitatea de apă percolată se mărește (fig. 2). Aceasta înseamnă că calculul normei de udare pentru un anumit strat de sol ne dă rezultate greșite în sensul că aceste rezultate sunt micșorate față de cele reale (dacă formula de calcul ar descrie cu fidelitate procesele reale ale dinamicii apei în sol, efectul percolării nu ar trebui să existe).

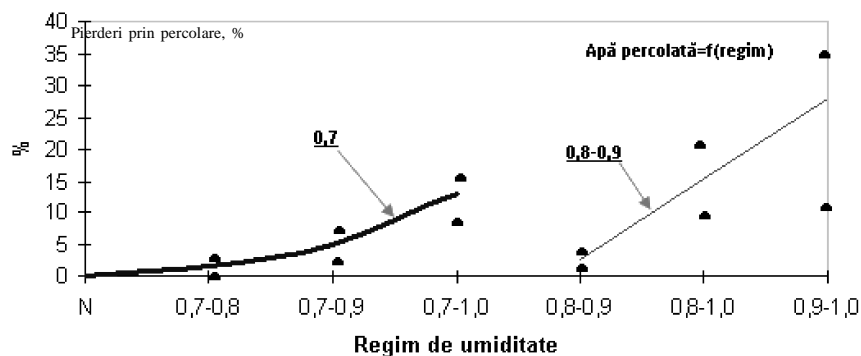


Figura 2. Dependența volumului de apă percolat de regimurile de umiditate a solului

Pentru udare a fost folosită apă de la robinet, aerisită în prealabil și păstrată într-un vas de polietilenă alimentară.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Apa pătrunsă în sol saturează mai întâi higroscopic și capilar toate particulele și porii capilari dintr-un anumit strat. Apa care se află sub acțiunea forței de gravitație pătrunde treptat în adâncime, umectând continuu solul până la adâncimea la care asigură saturarea acestuia cu apă higroscopică, peliculară și capilară. Reiese că fiecare strat de sol ar semăna cu un vas de acumulare care se umple cu apă, iar cantitatea de apă mai mare de acest volum se scurge în cel de mai jos. Pe această observație se bazează metoda de calcul al bilanțului apei în sol și formula de calcul al normei de irigare (Kalașnikov, K et. al. 1990; Coșuleanu, T. 1992):

$$n = 100 \text{ gh} (CC - W_d), \text{ m}^3/\text{ha} \quad (2)$$

în care: g – densitatea aparentă a solului, gr/cm^3 , sau t/m^3 ; h – grosimea stratului de calcul, cm sau m ; CC – capacitatea de câmp a solului pentru apă, %; W_d – umiditatea solului de declanșare a udărilor, %.

Această formulă descrie exact

Observăm, astfel, că odată cu mărirea umidității solului se mărește și volumul apei percolate. Aceleași concluzii le face și cercetătorul E. Šein (2010) în experiența sa privind migrarea soluției de K și Cl în solul din lizimetre. Concentrația ionilor de K la adâncimea de 30 și 60 cm a fost egală cu cea inițială, cu toate că sorbția acestui ion trebuia să fie intensivă. Cercetătorul concluzionează că are loc efectul mișcării rapide a soluției de K prin canale de dimensiuni relativ mari – fisuri și macropori, care se formează în solurile cu conținut de argilă și lut datorită efectului de gonflare-contractare, rezultat al variației umidității solului (fig. 3).

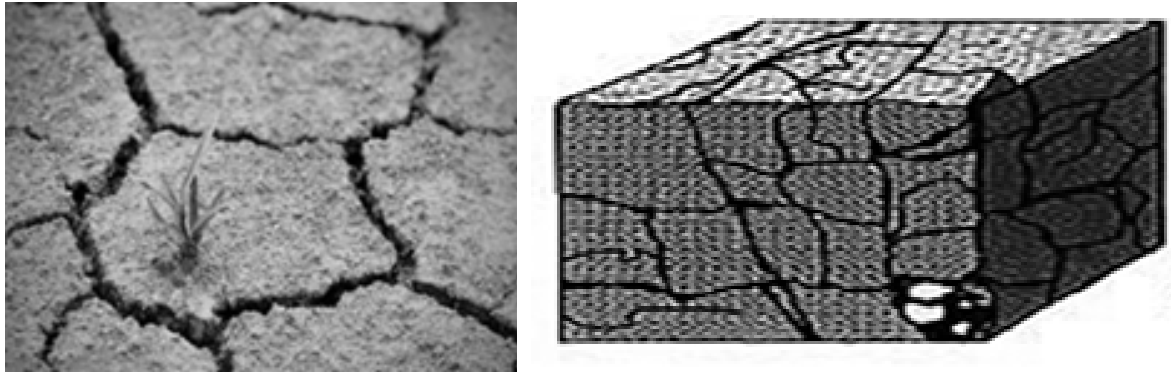


Figura 3. Apariția fisurilor și macroporilor în sol datorită proprietății lui de contractare-gonflare în rezultatul uscării-umezirii

Iată de ce abordarea fizico-chimică tradițională de mișcare a apei în sol conduce deseori la un impact negativ semnificativ asupra solului. Urmările ecologice pot fi cele mai imprevizibile: slitizare, solonetizare, dehumificare ș.a. (Kovda, B. 1979; Krupenikov, I., et. al. 1985; Sinkevič, Z. 1983; Sinkevič, Z. 1989); ridicarea nivelului apelor freatice peste limitele critice, apariția periodică a proceselor de anaerobioză (Anikanova, E. et al. 1980); pierderea structurii, compactarea, hidrofilizarea coloizilor minerali, hleizarea secundară (Podymov, B., et. al. 1978); levigarea carbonaților și a nutrienților, mărirea conținutului de Na^+ și Mg^{2+} (Sinkevič, Z. et. al. 1983); restructurarea cenozei microbiene (Sinkevič, Z. 1989). Una dintre cauzele apariției acestor probleme este menținerea în sol a unor regimuri de umiditate neadecvate proprietăților hidrofizice ale cernoziomurilor.

Pentru a schimba starea de lucruri este nevoie de a acomoda regimurile de umiditate a solului la proprietățile lui hidrofizice naturale și anume de a micșora normele de udare și plafonul maxim de umiditate (mai mic de CC). Se vede clar că regimurile cu limita de sus mai mică decât CC favorizează încorporarea optimă a precipitațiilor, îmbunătățind astfel efectul economic și cel ecologic al irigațiilor.

În acest sens este necesar să analizăm rezultatele experienței privind distribuția apei pe profilul solului (fig. 4).

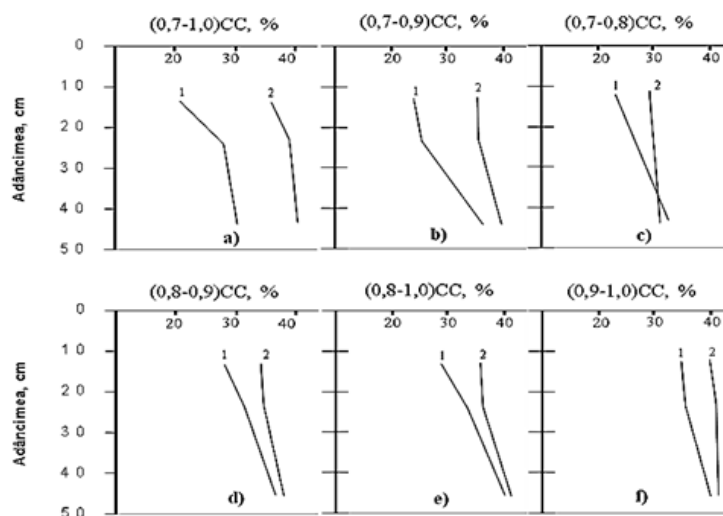


Figura 4. Dinamica conținutului de apă pe profilul solului

unde: 1 – umiditatea solului înainte de udare (limita de jos); 2 – umiditatea solului după udare (limita de sus);

Având în vedere că udările se efectuau în momentul când tensiometrul instalat la adâncimea de 25 cm indica umiditatea minimă (conform variantelor), îndeplinirea primei condiții a fost cercetată tot pentru această adâncime. Rezultatele analizei sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2. Calculul abaterii conținutului de apă real de la cel planificat

Nr. variantei, conform metodicii	Umiditatea înainte de udare (1), zecimi de unitate	Umiditatea după udare (2), zecimi de unitate	Norma calculată, (n_c) conform formulei indicate în metodică, l/liz.	Norma conform variantelor (n_v), l/liz.	Greșeala, $D = \frac{(n_v) - (n_c)}{(n_v)}, \%$
1	0,31	0,40	7,03	8,27	+15,0
2	0,27	0,34	5,39	5,53	+2,5
3	0,27	0,31	3,08	2,77	-11,2
4	0,32	0,35	2,31	2,77	+15,7
5	0,32	0,38	4,62	5,53	+16,8
6	0,37	0,40	2,31	2,77	+16,7

Analizând tabelul, vedem că dintre variantele cu limita de jos 0,7 CC (variantele 1-3), cele mai exacte rezultate le oferă varianta a 2-a, cu o greșeală de cca 2,5%. Dintre variantele cu limita de sus 0,8 CC (variantele 4-5), cea mai exactă este varianta a 4-a, cu o greșeală de cca 15,7%. Dintre toate variantele încercate, cea mai mare greșeală se comite în variatele 5 și 6 (cca 17%).

În rezultatul acestei analize constatăm că condiția menționată pentru argumentarea ipotezei se adevărește în toate variantele cercetate. De aceea propunem ca formula de calcul al regimului de umiditate a solului să fie transcrisă în forma prezentată conform formulei (2).

CONCLUZII

1. Din cauza proprietăților geologice ale solului, procedeele clasice de calculare a bilanțului hidric al solului minimizează considerabil rezultatele. Astfel apar percolări de cantități mari de apă (cca 20% din volumul calculat), ridicând nivelul pânzei apelor freatice.

2. În rezultatul cercetărilor s-a stabilit că nivelul maximal și cel minimal al umidității ce poate fi menținut în sol poate fi oricare în limitele intervalului umidității accesibile pentru plante. Aceasta înseamnă că ipoteza înaintată inițial este dovedită prin rezultatele menționate ale acestei experiențe, iar formula de calcul al normei de udare se va calcula conform ecuației (1).

3. Menținerea umidității solului la irigare conform percepției clasice micșorează esențial efectul economic și ecologic al irigațiilor, în cele mai multe cazuri regimul de umiditate neavând rezerve de capacitate pentru înmagazinarea precipitațiilor căzute după administrarea normei de udare.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. ANIKANOVA, E.M., MARKIN, V.A., NIKOLAEVA, S.N. i dr. (1980). Osnovnye problemy oroșeniâ černo-zemov Evropejskoj časti SSSR. In: Problemy irrigacii počv ũga cernozemnoj zony. Moskva: Kolos. pp. 57-61.
2. COȘULEANU, T.V. (1992). Exploatarea sistemelor de hidroameliorație. Chișinău: Universitas. 351 p.
3. KALAŠNIKOV, K. et.al. (1990). Spravočnaâ kniga po orošaemomu zemledeliũ. 322 p. ISBN 5-362-00519-7.
4. KOVDA, B. (1979). Naučnye i praktičeskie problemy melioracii počv. V: Počvovedenie, nr. 3, pp. 5-17.
5. KRUPENIKOV, I.A., PODYMOV, B.P., SKRÂBINA, Č. E.. (1985). Vliânie oroșeniâ na svojstva i plodorodie počv. Kișinev. 45 p.
6. PODYMOV, B.P., SKRÂBINA, Č.E.. (1978). Vliânie oroșeniâ na sostav i svojstva počv: In: Optimizaciâ prirodnoj sredy v usloviâh koncentracii i specializacii proizvodstva: sbornik. Kișinev: Cartea Moldovenească. pp. 192-194.
7. ŠEIN, E. (2001). Dviženie vody v počve. In: Priroda, Nr. 10. [Accesat: 12.09.2016 Disponibil: http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NATURE/10_01/WATEARTH
8. SINKEVIČ, Z.A. (1989). Sovremennye processy v černozemah Moldavii. Kișinev: Știința. 214 p.
9. SINKEVIČ, Z.A., GANENKO, V.P. (1983). Vliânie irrigacii na sovremennye processy v černozeme obyknovenom. In: Černozemy Moldavii i ih racional' noe ispol' zovanie : Tezisy doklada konferencii, Kișinev, 1983, pp. 51-53.

Data prezentării articolului: 30.05.2016

Data acceptării articolului: 12.08.2016