

A térfogatsúly hatása a talaj kapilláris vízemelésére

DIMITRIU R. és CANARACHE A.

Mezőgazdasági Kísérleti Intézet, Bukarest, (Románia)

A magas talajvízszintű területeken képződött talajok sajátos víz gazdálkodását a víz kapilláris mozgása határozza meg. E talajokat különleges tulajdonságaik alapján külön rendszertani egységbe sorolták be. Természetesen e talajok fizikai tulajdonságai jelentős hatást gyakorolnak a bennük végbemenő kapilláris vízmozgásra.

A különböző talajtulajdonságok kapilláris vízmozgásra gyakorolt hatásával foglalkozó korábbi és jelenlegi vizsgálatokat főleg laboratóriumi körülmények között, mesterségesen előállított bolygatott szerkezetű talajoszlopokon, vagy bolygatatlan szerkezetű talaj monolitokon végezték. WOLLNY [in: 1] meghatározta az egyes szemcsefrakciók, valamint a különböző frakciók arányának hatását a kapilláris emelkedés sebességére. OANEA [4] laboratóriumi körülmények között tanulmányozta a mechanikai összetétel és vízdoldható sótartalom hatását a kapilláris emelkedés magasságára és sebességére néhány román talajon és üledéken. FELICIAN [3] a talaj rétegzettségének hatását vizsgálta. A mechanikai összetétel és az időegység alatt bekövetkező kapilláris emelkedés értéke között olyan szoros az összefüggés, hogy néhány módszertani munkában [2] a mechanikai összetétel gyors, közelítő meghatározására ajánlják. SZIMEONOV [7] talajmonolitokon tanulmányozta a főbb bulgáriai talajtípusok kapilláris vízemelését és megállapította, hogy a térfogatsúly növekedésével a kapilláris emelkedés magassága csökken.

Jelen kísérletben homogén mechanikai összetételű talajmintákon tanulmányoztuk a különböző mértékű tömörítettség, illetve térfogatsúly hatását a kapilláris vízemelésre.

Vizsgálati anyag és módszer

A kísérletet 45—50 cm magas talajoszlopokkal végeztük. A talajoszlopokat 7 cm átmérőjű, 5 cm magas átlátszó műanyag gyűrűkből állítottuk össze. A csöveket fokozatosan töltöttük meg talajjal úgy, hogy a megtöltött gyűrűk fölé vékony fémlemez helyezettünk, amelyet a következő gyűrű megtöltése után kihúztunk. A legalsó gyűrű aljára a talajvesztés elkerülése céljából szűrőpapírt helyezettünk és dróthálóval erősítettünk fel.

A kísérletben az alábbi talajmintákat használtuk: vályog (kilúgozott csernozjom 0—20 cm-es szántott rétege), közepes homok (homokos öntéstalaj 40—60 cm-es rétege) és durva homok. Az összes mintát légszáraz nedvességtartalomig kiszáritottuk; a vályogot megtörtük és 2 mm lyukbőségű szitán átszitáltuk.

Valamennyi talaj kapilláris emelkedését egyenletesen, ill. különböző mértékben tömörített talajoszlopokban vizsgáltuk. A mesterségesen előállított térfogatsúlyok (talajmintánként 2–4 variáns) értékeit az előzetes kalibráció útján kapott szélső értékek között állítottuk be. A különböző mértékben tömörített oszlopok esetében olyan variánsokat állítottunk elő, amelyekben az oszlop alján a lehető legkisebb, felső részén a lehető legnagyobb volt a térfogatsúly és fordítva.

A négy ismétlésben elkészített oszlopokat kádba állítottuk. A kádban 5 cm magas állandó vízszintet tartottunk fenn. A párolgás megakadályozására a csöveket óraüveggel fedtük le.

A kísérlet elején rövidebb, majd később hosszabb időszakonként olvastuk le a nedvességfront mozgását, amíg el nem érte az oszlopok felső szélét, vagy a kapilláris emelkedés maximumát.

A nedvességfront mozgását az idő függvényében görbén ábráztuk, ezenkívül az eredményeket PHILIP [6] vertikális vízmozgásra alkalmazott infiltrációs egyenletével is kifejeztük:

$$Z = At + St^{1/2}$$

ahol: Z = a nedvességfront magassága, cm

t = időtartam, óra

A és S = kísérleti úton meghatározott paraméterek.

Az infiltrációs egyenletben szereplő paraméterek értékét a legkisebb négyzetek módszerével határoztuk meg azután, hogy az egyenletet lineáris alakítottuk:

$$Z/t = A + St^{-1/2}$$

A vizsgálat végén a talajoszlopokat 5 cm-es szegmensekre bontottuk és meghatároztuk nedvességtartamukat.

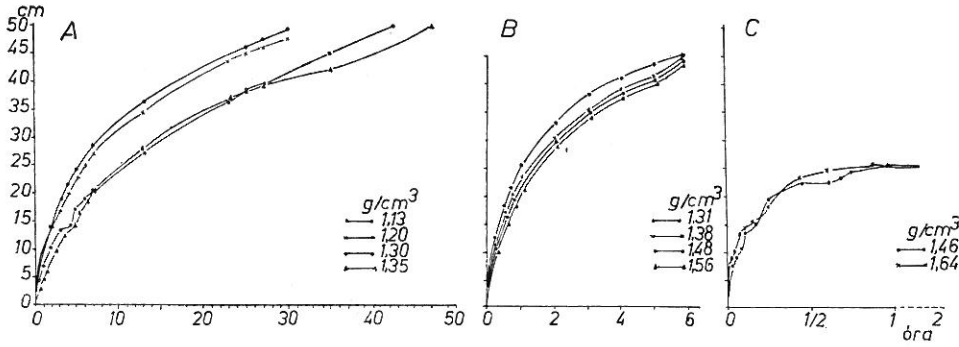
Az eredmények megvitatása

Az ismétlésekben igen közeli, matematikai kiértékelés szempontjából azonos eredményeket kaptunk, ezért a továbbiakban csak az átlagértékeket vizsgáljuk.

A) A kapilláris emelkedés sebessége és magassága

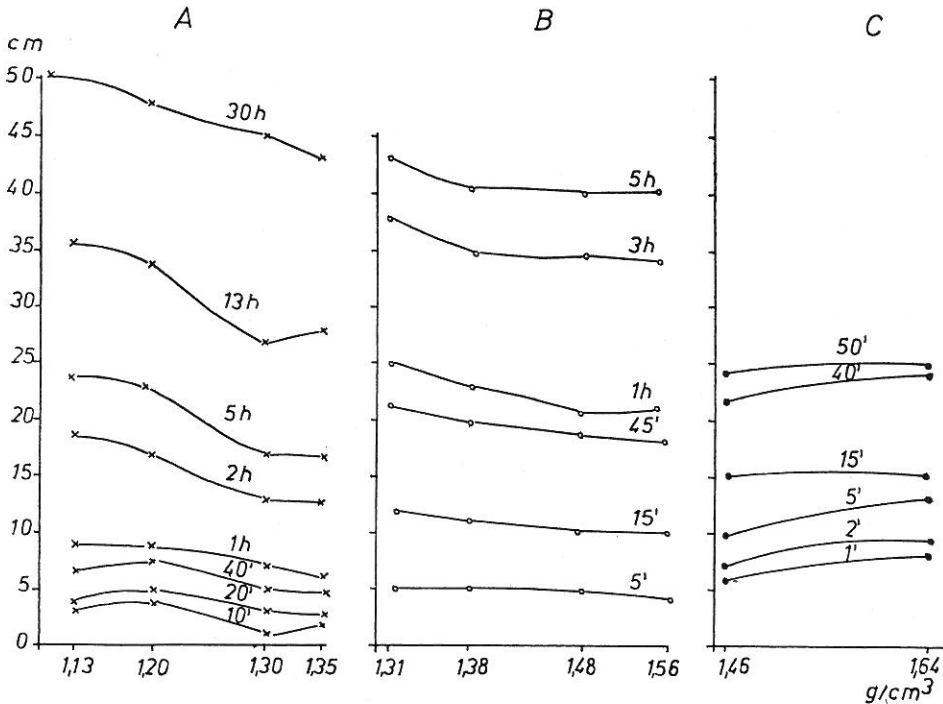
Az egyneműen tömörített talajoszlopok esetében a vályog- és közepes homoktalajokban a vízmozgás sebessége a térfogatsúly növekedésével csökkent (1. ábra A, B). A nem egyneműen tömörített talajoszlopok közötti különbségek a szélsőséges, vagy ahhoz közeli térfogatsúlyok esetében voltak a legnagyobbak. A különbségek vályog esetében élesebbek, mint közepes homoknál (3. ábra). Durva homok esetében (1. ábra C) a kapilláris emelkedés sebessége az oszlop alsó 15 cm-es tömörített részében nagyobb volt, a 15–20 cm-es szakaszban csökkent, majd a továbbiakban ismét kissé megnövekedett. Az emelkedés maximális magasságát (25 cm) mindkét variáns egy óránál rövidebb idő alatt érte el.

A 2. ábra a térfogatsúlynak a kapilláris emelkedés sebességére gyakorolt hatását foglalja össze, kihangsúlyozva a vályog és közepes homok esetében fennálló fordított, illetve a durva homok esetében egyenes arányt.



1. ábra

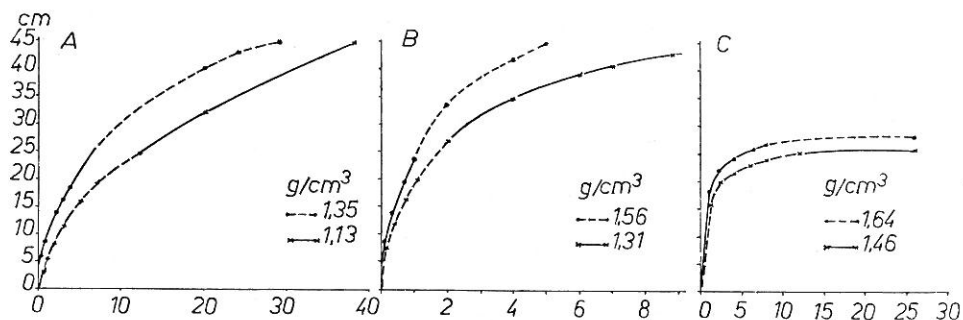
A kapilláris emelkedés az egyneműen tömörített, különböző térfogatsúlyú talajoszlopokban. A) Vályog mechanikai összetételű kilúgzott csernozjom. B) Közepes homok. C) Durva homok. Függőleges tengely: talajoszlop magassága, cm. Vízszintes tengely: idő, óra



2. ábra

A kapilláris emelkedés sebességének és magasságának változása a térfogatsúly függvényében egyneműen tömörített talajoszlopokban. A.-C.: lásd 1. ábra. Függőleges tengely: talajoszlop magassága, cm. Vízszintes tengely: térfogatsúly, g/cm^3

A különböző mértékben tömörített talajoszlopok kapilláris vízelelésének vizsgálta (3. ábra) két, a vályogtalajoknál (3. ábra B) különösen szembe-tűnő jelenséget tárt fel: A talajoszlopok alsó részére érvényes a homogén talajoszlopoknál megállapított fordított arányosság a térfogatsúly és a kapilláris emelkedés sebessége között. Ami az egész oszlop kapilláris vízelését illeti, az a legalsó réteg tömörítettségétől (térfogatsúly) függ A réteghatárokon nem következik be ugrásszerű változás a kapilláris emelkedés sebességében.



3. ábra

A kapilláris emelkedés a nem egyenmően tömörített, különböző térfogatsúlyú talajoszlopokban. A.—C.: lásd 1. ábra. Függőleges tengely: talajoszlop magassága, cm. Vízszintes tengely: idő, óra

A 3. A és 1. A, valamint a 3. B és 1. B ábrák összehasonlításából megállapítható, hogy a kapilláris emelkedés sebessége, azonos térfogatsúlyú variánsokon belül, az egyenmően és nem egyenmően tömörített talajoszlopokban minőségileg és mennyiségileg egyaránt különböző. Így a nem egyenmően tömörített vályogtalajban a kapilláris emelkedés sebessége kisebb, mint az egyenmően tömörített oszlopban. A közepes homok esetében az alsó részen nem tömörített oszlopokban gyorsabb emelkedés volt megfigyelhető, mint az egyenmően tömörített oszlopokban. Az alsó részén tömörített oszlopokban lényegesen kisebb volt az emelkedés sebessége, mint az ugyanolyan mértékben, de egyenmően tömörített oszlopokban. A durva homokkal töltött oszlopoknál inhomogén tömörítés esetén (3. ábra C) a kapilláris emelkedés sebessége mindkét variánsban kisebb volt, mint homogén tömörítésnél (1. ábra C), de az emelkedés maximális magassága mindkét esetben azonosnak mutatkozott.

A kísérlet mindhárom talaját összehasonlítva (1. és 3. ábra) — az irodalmi adatoknak megfelelően — világosan megmutatkozik a mechanikai összetételnek a kapilláris emelkedés sebességére és magasságára gyakorolt hatása.

Az 1. táblázat tartalmazza a kísérleti adatokból PHILIP egyenlete alapján számított paramétereket, amelyek a kapilláris emelkedés sebességét és magasságát jellemzik. Meg kell jegyezni, hogy a kísérlet kezdetén kapott értékek nem elégítik ki (különösen vályogtalajnál) az egyenlet feltételeit, ezért azokat kihagytuk a számításokból. Lehetséges, hogy a vályogtalajnál az igen rövid megfigyelési idő okozta a túl kicsi A értéket; az egyes esetekben kapott pozitív A értéket azonban elméleti szempontból nem fogadjuk el.

A nem egyenmően tömörített oszlopok esetében nem sikerült differenciál egyenleteket kapni a két különböző térfogatsúlyú részre, ezért egy egyenletet

1. táblázat

A Philip egyenlettel kiszámított értékek

(1) Talaj	(2) Térfogatsúly g/cm ³		(3) Philip egyenlet a kapilláris vízemelkedés		(4) A kap. emelkedés maximális magassága a Philip egyenlet alapján (cm)
	felső részben	alsó részben	magasságára	sebességére	
a) Vályog	1,13		$Z = -0,006 t + 1,43 t^{1/2}$	$V = -0,006 + 0,72 t^{-1/2}$	87
	1,20		$Z = -0,001 t + 1,22 t^{1/2}$	$V = -0,001 + 0,61 t^{-1/2}$	1154
	1,30		$Z = -0,002 t + 0,94 t^{1/2}$	$V = -0,002 + 0,47 t^{-1/2}$	326
	1,35		$Z = -0,001 t + 0,90 t^{1/2}$	$V = -0,001 + 0,45 t^{-1/2}$	610
	1,13 1,35		$Z = -0,002 t + 1,23 t^{1/2}$	$V = -0,002 + 0,62 t^{-1/2}$	364
	1,35 1,13		$Z = -0,002 t + 0,86 t^{1/2}$	$V = -0,002 + 0,43 t^{-1/2}$	280
b) Közepes homok	1,31		$Z = -0,038 t + 3,36 t^{1/2}$	$V = -0,038 + 1,68 t^{-1/2}$	75
	1,38		$Z = -0,033 t + 3,10 t^{1/2}$	$V = -0,033 + 1,55 t^{-1/2}$	72
	1,48		$Z = -0,042 t + 3,13 t^{1/2}$	$V = -0,042 + 1,57 t^{-1/2}$	59
	1,56		$Z = -0,017 t + 2,74 t^{1/2}$	$V = -0,017 + 1,37 t^{-1/2}$	110
	1,56 1,31		$Z = -0,040 t + 2,88 t^{1/2}$	$V = -0,040 + 1,44 t^{-1/2}$	54
	1,31 1,56		$Z = -0,023 t + 3,26 t^{1/2}$	$V = -0,023 + 1,63 t^{-1/2}$	130
c) Durva homok	1,46		$Z = -0,405 t + 6,02 t^{1/2}$	$V = -0,405 + 3,05 t^{-1/2}$	22
	1,64		$Z = -0,449 t + 6,53 t^{1/2}$	$V = -0,449 + 3,26 t^{-1/2}$	23
	1,64 1,46		$Z = -0,069 t + 3,05 t^{1/2}$	$V = -0,069 + 1,53 t^{-1/2}$	34
	1,46 1,64		$Z = -0,116 t + 3,49 t^{1/2}$	$V = -0,116 + 1,75 t^{-1/2}$	27

számítottunk ki, melynek paraméterei, összehasonlítva az egyneműen tömörített oszlopokra kiszámított egyenlet paramétereivel, jellemzik a rétegzettség hatását.

A kísérleti adatok analitikai kifejezése lehetővé tesz néhány érdekes következtetést, amelyek megfelelnek egyrészt az elméleti összefüggéseknek, másrészt a korábbiakban részletezett kísérleti adatok közvetlen értékelése alapján tett megállapításoknak.

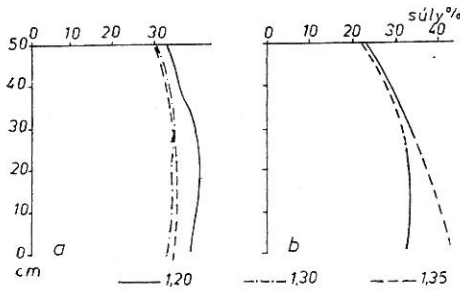
Így az egyneműen tömörített talajoszlopok esetében a kapilláris emelkedés magasságának mindkét paramétere tükrözi a mechanikai összetétel erős és a térfogatsúly elhanyagolható hatását. A nedvességörbék közötti különbségek azt mutatják, hogy az agyagtartalom és részben a térfogatsúly növekedésével csökken a szivárgás mértéke és növekszik az A paraméter.

A nem egyneműen tömörített talajoszlopokban — a különböző térfogatsúlyú rétegek váltakozásától függetlenül — a szivárgás mértéke kisebb, az A paraméter értéke nagyobb, mint az azonos mechanikai összetételű homogén talajoszlopokban, ami a kapilláris emelkedés sebességének csökkenését mutatja.

A kapilláris emelkedés ezen egyenlet alapján kiszámított maximális magassága (1. táblázat) azt mutatja, hogy az finomabb mechanikai összetétel, nagyobb tömörítettség és rétegzettség esetében néha jelentősen növekszik. Durva homoknál — az egyetlen eset, ahol az összehasonlítás lehetséges — a számított értékek közelállnak a kísérleti eredményekhez.

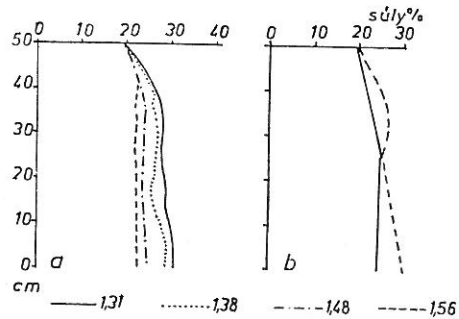
B) Kapilláris vízkapacitás

A vizsgált talajok kapilláris vízkapacitását a 4–6. ábrákon mutatjuk be. Az egyneműen tömörített oszlopok esetében — feltételezéseinknek megfelelően — a vízkapacitás értékei a tömörítettség (térfogatsúly) növekedésével csökkennek, különösen durva homoknál. A három talaj összehasonlítása alátámasztja a mechanikai összetétel közismert hatását a talaj vízkapacitására.



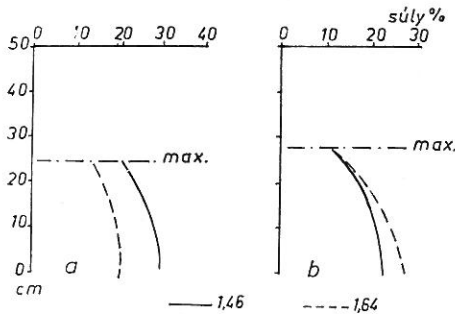
4. ábra

A vályog mechanikai összetételű talajoszlop kapilláris vízkapacitása. *a)* egyneműen tömörített talajoszlopok; *b)* nem egyneműen tömörített talajoszlopok. Függőleges tengely: talajoszlop magassága, cm. Vízszintes tengely: nedvességtartalom, súly %



5. ábra

Közepes homok mechanikai összetételű talajoszlop kapilláris vízkapacitása. *a)–b)*: lásd 4. ábra. Függőleges tengely: talajoszlop magassága, cm. Vízszintes tengely: nedvességtartalom, súly %



6. ábra

Durva homok mechanikai összetételű talajoszlop kapilláris vízkapacitása. *a)–b)*: lásd 4. ábra. Függőleges tengely: talajoszlop magassága, cm. Vízszintes tengely: nedvességtartalom, súly %

A nem egyneműen tömörített talajoszlopoknál a rétegzettség hatása csak közepes homokon volt megfigyelhető, különösen azoknál a variánsoknál, ahol a nagyobb térfogatsúlyú réteg alul helyezkedett el. Ebben az esetben a nedvességprofil az egyes rétegek tömörítettsége határozta meg, ellentétben a texturális rétegzettséggel, ahol maga a rétegzettség játszik döntő szerepet. Ez a jelenség feltételezhetően a pórus-térfogat, valamint a nedvességtartalom — tenzió viszonyában a variánsok közötti túl kis különbségekkel magyarázható.

Következtetések

1. Egyneműen tömörített talajoszlopok esetében a térfogatsúly és a kapilláris emelkedés magassága között vályog és közepes homok mechanikai összetételű talajoknál fordított, durva homoknál egyenes arányú tendencia figyelhető meg. Nem egyneműen tömörített talajoszlopok esetében vályog és köze-

pes homoktalajoknál a kapilláris emelkedés magasságát az oszlop alsó részének tömörítettsége (térfogatsúly) határozza meg. Nem mutatkozik ugrás a különböző térfogatsúlyú réteg határán.

2. A kapilláris emelkedés sebességének és magasságának analitikai kifejezése a PHILIP egyenlet segítségével lehetőséget ad (figyelembevéve azokat a fenntartásokat, amelyeket a megfigyelési időszak elején kapott adatok ellentmondásai, valamint az egyenlet alkalmazásának nehézségei a nem egyneműen tömörített talajoszlopok egyes rétegeire okoznak) következtetésekre, amelyek általában megegyeznek az elméleti megállapításokkal, valamint a kísérleti adatokból közvetlenül levonható következtetésekkel.

3. A kapilláris vízkapacitás az egyneműen tömörített talajokban a térfogatsúly növekedésével csökken. A nem egyneműen tömörített talajoszlopoknál a kapilláris vízkapacitást csak a közepes homok esetében befolyásolta az oszlop heterogenitása (abban az esetben, ha lazább réteg az oszlop alján helyezkedett el), a többi esetben a nedvességprofil az egyes rétegek térfogatsúlya határozta meg.

Összefoglalás

A szerzők 50 cm magas, egyenletesen és különböző mértékben tömörített, bolygatott szerkezetű talajoszlopokban vizsgálták a kapilláris emelkedést. A kísérlethez 5 cm magas és 7 cm átmérőjű átlátszó műanyaggyűrűket használtak. Ezekből talajjal (kilúgozott, vályog mechanikai összetételű csernozjom szántott rétege, közepes homok, durva homok) való megtöltésük után állították össze a talajoszlopokat. Az oszlopokat kádba helyezték, amelyben 5 cm magas állandó vízszintet tartottak fenn, és megfigyelték a nedvességfront mozgását. A megfigyelés adatai alapján az idő függvényében ábrázolták a kapilláris emelkedést (1-3. ábra), és a kapott görbék tükrözik a térfogatsúly hatását erre a folyamatra. Az egyenletesen tömörített, valamint a különböző mértékben tömörített talajoszlopok alsó részében, a vályog és közepes homok mechanikai összetételű talajok esetében a térfogatsúly és kapilláris emelkedés között fordított arányosság áll fenn. A különböző mértékben tömörített talajoszlopok egész hosszában a kapilláris emelkedés sebessége az oszlop alsó részének tömörítettségétől és nem magától a rétegzettségétől függ.

A kísérleti adatokat PHILIP infiltrációs egyenletének felhasználásával (1. táblázat) analitikailag is feldolgozták. A kapott eredmények a legtöbb esetben megegyeznek az elméleti megállapításokkal és a kísérleti adatokból közvetlenül levonható következtetésekkel.

A vizsgálat végén a talajoszlopokat 5 cm-es szegmensekre bontották és meghatározták a nedvességtartalmakat, majd összeállították az oszlopok nedvességprofiljait (4-6. ábra), amelyek a legtöbb esetben azt mutatták, hogy a térfogatsúly növekedésével csökken a kapilláris vízkapacitás mértéke.

Irodalom

- [1] BAVER, L. D.: Soil Physics. Wiley & Sons. New York. 1956.
- [2] DI GLERIA, J., KLIMES-SZMIK, A. & DVORACEK, M.: Talajfizika és talajkolloidika. Akad. Kiadó. Budapest. 1957.
- [3] FELICIAANT, I. N.: Opüt isszledovanija kapillarnogo peredvizsenija vlagi v szlojsztüh gruntah. Pocsvovedenie. (3) 22-33. 1959.

- [4] OANE, N.: Influenta texturii asupra înălțimii și vitezei ascensiunii capilare a apei. *Luc. Științ.* 5A. 281–287. 1961.
- [5] OANE, N.: Influenta sărurilor asupra ascensiunii capilare a apei în sedimente și soluri. *Luc. Științ.* 6A. 261–266. 1963.
- [6] PHILIP, J. R.: The theory of infiltration: 4. Sorptivity and algebraic infiltration equations. *Soil Sci.* 84. 257–264. 1957.
- [7] SZIMEONOV, D.: Kapiljarno pokačsvane na vodata pri csernozemite v szeverna Blgarija. *Rast. Nauki.* 2. (6) 89–101. 1965.

Érkezett: 1973. március 5.

Effect of Bulk Density on the Capillary Rise

R. DIMITRIU and A. CANARACHE

Agricultural Research Institute (ICAR), Bucharest (Romania)

Summary

The capillary rise was studied in 50 cm high soil columns of disturbed soil structure with homogeneous and inhomogeneous bulk density (two layers different in compactness). The columns used in the study consisted of 5 cm long transparent plastic rings, 7 cm in diameter. The columns were packed with soil uniformly and the rings were joined together. Three soils were studied: the A-horizon of a medium textured (clay loam) leached chernozem; medium sand; coarse sand. The soil columns were put in a box with a constant water level of 5 cm and the capillary rise was measured. On the basis of the obtained data curves of the capillary rise were constructed (Fig. 1–3). They characterise the effect of bulk density on the capillary flow.

In the case of clay loam and medium sand an inverse proportionality was observed between the capillary flow velocity and bulk density in the columns with homogeneous bulk density. The same was found in the lower part of the inhomogeneous columns. In inhomogeneous columns the capillary flow velocity depends on the compactness of the lower part of the columns and does not depend on the stratification.

The experimental data were mathematically analysed by using the Philip (Table 1) infiltration equation. In most of the cases the results support the theory and the conclusions obtained from the experimental data in a direct way.

At the end of the investigation the moisture content from each segment of the soil column was determined and moisture content profiles were constructed (Fig. 4–6). They show that in most cases the capillary moisture capacity decreases with increasing bulk density.

Table 1. Results obtained by using the PHILIP infiltration equation. (1) Soils: a) Clay loam, b) Medium sand, c) Coarse sand. (2) Bulk density in the upper part and in the lower part of the column, g/cm³. (3) PHILIP equation for calculating the height and the velocity of the capillary rise. (4) Maximum height of capillary rise calculated by using the PHILIP equation, cm.

Figure 1. Capillary rise in homogeneous soil columns. A) Medium textured (clay loam) leached chernozem. B) Medium sand. C) Coarse sand. Vertical axis: Height of column, cm. Horizontal axis: Time in hours.

Figure 2. Height and velocity of capillary rise as a function of bulk density in homogeneous soil columns. A–C: see Fig. 1. Vertical axis: Height of soil column, cm. Horizontal axis: Bulk density, g/cm³.

Figure 3. Capillary rise in inhomogeneous soil columns. A–C and axes: see Fig. 1.

Figure 4. Capillary moisture capacity in clay loam columns. a) Homogeneous soil columns. b) Inhomogeneous soil columns. Vertical axis: Height of soil columns, cm. Horizontal axis: Moisture content, weight %.

Figure 5. Capillary moisture capacity in medium sand columns. a–b and axes: see Fig. 4.

Figure 6. Capillary moisture capacity in coarse sand columns. a–b and axes: see Fig. 4.

Effet de la densité apparante sur la montée capillaire

R. DIMITRIU et A. CANARACHE

Institut de Recherches Agronomiques (ICAR), Bucarest (Roumanie)

Résumé

On a étudié la montée capillaire dans des colonnes hautes de 50 cm, remplies de sol à structure dérangée avec des densités apparentes homogènes et inhomogènes (deux couches de compacités différentes). Les colonnes employées étaient assemblées des cylindres en matière plastique (hauteur de 5 cm et diamètre de 7 cm) remplis uniformément de trois sols examinés: l'horizon A d'un chernozem lessivé à texture moyenne (limon argileux), sable moyen et sable grossier. Dans les colonnes de sol placées dans une cuve avec un niveau d'eau constant de 5 cm, la montée capillaire était mesurée. A base des données obtenues, on a dressé les courbes de la montée capillaire en fonction du temps (Figs. 1 à 3) caractérisant l'effet de la densité apparente sur le procès ci-mentionné.

Dans les colonnes au limon argileux et au sable moyen aux densités apparentes homogènes, on a observé une proportion inverse entre la vitesse de l'ascension capillaire et la densité apparente. Le même fait était établi pour la partie inférieure des colonnes de sol inhomogènes. Dans ces dernières, la vitesse de la montée capillaire dépendait de la compacité des parties inférieures des colonnes, mais elle était indépendante de la stratification.

L'analyse mathématique des données expérimentales était faite à l'aide de l'équation d'infiltration selon PHILIP (Tableau 1). Dans la plupart des cas les résultats s'accordent avec les constatations théoriques et les conclusions tirées directement des données expérimentales.

A la fin des analyses on a déterminé la teneur en humidité dans tous les segments de 5 cm pour établir les profils de la teneur en humidité de la colonne entière (Figs. 4 à 6). Ces profils montrent que d'ordinaire la capacité de l'humidité capillaire diminue avec l'augmentation de la densité apparente.

Tableau 1. Données reçues avec l'équation d'infiltration selon PHILIP. (1) Type de sol. a) Limon argileux. b) Sable moyen. a) Sable grossier. (2) Densité apparente dans la partie supérieure de la colonne, et dans la partie inférieure de la colonne, g/cm^3 . (3) Equation selon PHILIP pour calculer la hauteur et la vitesse de la montée capillaire. (4) Hauteur maximum de la montée capillaire calculée avec l'équation selon PHILIP, cm.

Fig. 1. Montée capillaire dans des colonnes de sol homogènes. A) Chernozem lessivé à texture moyenne (limon argileux). B) Sable moyen. C) Sable grossier. Axe vertical: hauteur de la colonne de sol, cm. Axe horizontal: temps, heures.

Fig. 2. Hauteur et vélocité de la montée capillaire en fonction de la densité apparente dans les colonnes de sol homogènes. Pour A à C voir Fig. 1. Axe vertical: hauteur de la colonne de sol, cm. Axe horizontal: temps, heures.

Fig. 3. Montée capillaire dans des colonnes de sol inhomogènes. Pour A à C voir Fig. 1. Axe vertical: hauteur de la colonne de sol, cm. Axe horizontal: temps, heures.

Fig. 4. Capacité de l'humidité capillaire dans des colonnes de limon argileux. a) Colonnes de sol homogènes. b) Colonnes de sol inhomogènes. Axe vertical: hauteur des colonnes de sol, cm. Axe horizontal: teneur en humidité, p.c. de poids.

Fig. 5. Capacité de l'humidité capillaire des colonnes de sable moyen. Pour a) à b) voir Fig. 4. Axe vertical: hauteur des colonnes de sol, cm. Axe horizontal: teneur en humidité, p.c. de poids.

Fig. 6. Capacité de l'humidité capillaire des colonnes de sable grossier. Pour a) à b) voir Fig. 4. Axe vertical: hauteur des colonnes de sol, cm. Axe horizontal: teneur en humidité, p.c. de poids.

Влияние объемного веса почвы на капиллярное поднятие воды

Р. ДИМИТРИУ и Д. КАНАРАКИ

Сельскохозяйственных НИИ, Бухарест (Румыния)

Резюме

Изучено капиллярное поднятие воды в 50 см-ых почвенных колонках с нарушенным сложением как в вариантах с однородным уплотнением по всей колонке, так и в двухслойных в отношении уплотнения вариантах. Употреблялись сегменты прозрачных пластмассовых трубок высотой в 5 см и диаметром в 7 см, соединяющиеся между собой по мере последовательного наполнения их почвенным материалом (верхний слой суглинистого выщелоченного чернозема, средний песок, грубый песок). Визуально наблюдали передвижение фронта увлажнения в колонках, погруженных своей нижней частью в постоянно поддерживаемый 5-ти сантиметровый слой воды. Из данных наблюдений построили дескриптивные кривые капиллярного поднятия воды (Рис. 1—3), которые выявляют влияние объемного веса на этот процесс. В однородно уплотненных колонках, а также в нижней части неоднородно уплотненных, связь между объемным весом и скоростью поднятия воды является обратно пропорциональной для суглинистых почв и среднего песка. По всей длине неоднородно уплотненных колонок скорость капиллярного поднятия воды зависела от степени уплотнения нижней части колонок, и не от самого явления стратификации.

Экспериментальные данные обрабатывались и аналитически, с помощью уравнения инфильтрации Philip (Таблица 1). Полученные результаты, в большинстве случаев, согласуются с теорией и выводами прямого рассмотрения экспериментальных данных.

В конце опыта определялась влажность почвы по сегментам колонок и составлялись профили влажности (Рис. 4—6), которые, в большинстве случаев, показали уменьшение величины капиллярной влагоемкости по мере возрастания объемного веса.

Табл. 1. Величины, рассчитанные по уравнению Philip. (1) Тип почвы. *a)* суглинок; *b)* средний песок; *c)* грубый песок. (2) Объемный вес, г/см³, в верхней и нижней части почвенной колонки. (3) Уравнение Philip для определения высоты и скорости капиллярного поднятия. (4) Максимальная высота капиллярного поднятия по уравнению Philip, см.

Рис. 1. Капиллярное поднятие воды в однородно уплотненной колонке. *A.* Выщелоченный суглинистый чернозем. *B.* Средний песок. *C.* Грубый песок. По вертикальной оси: высота почвенной колонки. По горизонтальной оси: время в часах.

Рис. 2. Изменение высоты и скорости капиллярного поднятия воды в зависимости от объемного веса почвы в однородно уплотненных почвенных колонках. *A.—C.* смотри на рис. 1. По вертикальной оси: высота почвенной колонки в см. По горизонтальной оси: объемный вес, г/см³.

Рис. 3. Капиллярное поднятие в неоднородно уплотненных колонках. *A.—C.* смотри на рис. 1. По вертикальной оси: высота почвенной колонки в см. По горизонтальной оси: время в часах.

Рис. 4. Капиллярная влагоемкость в колонках с суглинистой почвой. *a)* Однородно уплотненные колонки. *b)* Неоднородно уплотненные колонки. По вертикальной оси: высота почвенной колонки в см. По горизонтальной оси: влажность в весовых процентах.

Рис. 5. Капиллярная влагоемкость в колонках со средним песком. *a)—b)* смотри на рис. 4. По вертикальной оси: высота почвенной колонки в см. По горизонтальной оси: влажность в весовых процентах.

Рис. 6. Капиллярная влагоемкость в колонках с грубым песком. *a)—b)* смотри на рис. 4. По вертикальной оси: высота колонки в см. По горизонтальной оси: влажность в весовых процентах.