

A talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak meghatározása mesterséges esőztető készülékkel

KAZÓ BÉLA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Az eróziós jelenségek egyik fő előidézője a felületről lefolyó víz. E lefolyó víz keletkezésének vizsgálatához feltétlenül ismerni kell a talajok vízbefogadó és vízvezető képességét. Több hazai kutató MADOS [9], KREYBIG [8], FEKETE [4], KLIMES-SZMIK [2], DVORACEK [3], id. VÁRALLYAY [13], MATTYASOVSKY [10] végzett már erre vonatkozó vizsgálatokat és a fizikai talajféleséggel hozták összefüggésbe a talaj vízvezető képességét. Sajnos az egyes kutatók által számított eredmények nagyon eltérőek voltak egymástól. Nem is lehetett ezen csodálkozni, hiszen mindannyian más és más módszerrel dolgoztak.

Az alkalmazott módszerek közül a legáltalánosabban használtak voltak a Müntz—Laine készülék és a keretes beáztatás. A Müntz—Laine készülékkel sajnos nem kapunk minden esetben jó adatokat, mert a talajba sekélyen mélyesztett keret alatt a víz egy része oldalirányban szivároghat. Jobb eredményeket kapunk a Timirjazev Akadémia által módosított kettős keretes készülékkel. A keretes beáztatás azt a hibát viszi az eredményekbe, hogy egy állandó vízborításból indul ki, amely ellentétes a természetes viszonyokkal.

Ezek a módszerek ugyan biztos jellemzést adhatnak a vízbefogadóképességről és vízvezetésről, de semmi esetre sem lehetnek kielégítőek oly esetben, amikor a várható lefolyó vizek mennyiségének pontosabb meghatározása lesz szükséges. Gondolok itt az öntözéses gazdálkodásnál a terület talajától függetlenül az adagolandó víz mennyiségének megállapítására vagy az öntözés gyakoriságának meghatározására vagy éppen a talajerózióval szembeni védekezés megtervezésére.

Ezen kérdéseknek tisztázására terveztem és szerkesztettem az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet műszerész műhelyében Pusztai Pál műhelyvezetővel egy mesterséges esőztető készüléket, amellyel a természetes esőt utánzó módon 20 mm és 100 mm/óra intenzitás között változtatható különféle intenzitású mesterséges esőt tudunk előállítani.

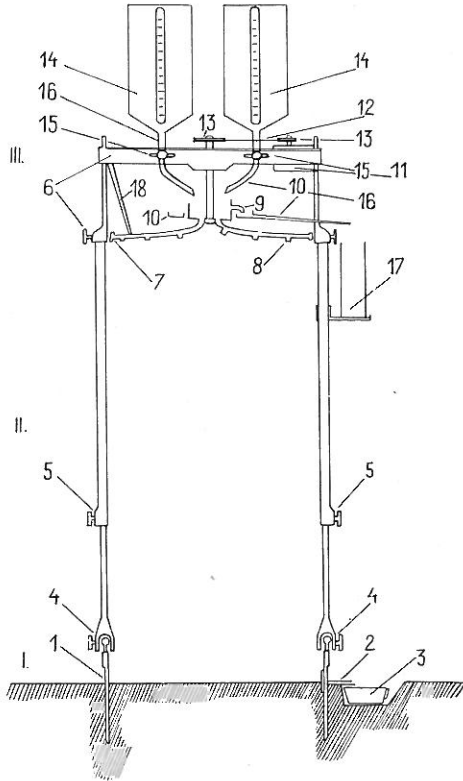
Az eső intenzitásának változtatására azért van szükség, mert az eróziós kutatásnál ajánlatos a vizsgálandó területen a tájra jellemző esőintenzitást alkalmazni. Az öntözést megelőző vizsgálatoknál viszont a fokozatosan növelhető intenzitással a szükséges öntözővíz mennyisége állapítható meg.

A készülék ismertetése

A készülék három fő részből áll. I. A talajba verhető acélkeret, amely 0,25 m² alapterületű, oldalmagassága 20 cm. Feladata egyrészt a vizsgálandó terület pontos elhatárolása, másrészt az oldalszivárgás meggátlása. A keret

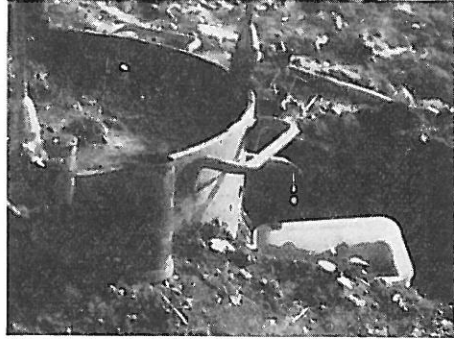
oldalán egy kifolyónyílás van, amely arra szolgál, hogy az esőztetés folyamán a talajba beszívárogni nem tudó, felületen összegyűlt vizet egy lefolyón keresztül a gyűjtőedénybe vezesse.

II. A kerethez gömbcsuklós rendszerrel csatlakozó teleszkópszerűen emelhető tartóállvány biztosítja az esőztető fejnek a talajtól minden esetben 1 m-re való távolságát, valamint, ha lejtős területen dolgozunk, az esőztető fejnek vízszintesben való tartását. Az állvány tartozéka még egy műanyagfóliából készült köpeny, amely szeles időben is biztosítja a zavartalan működést.



1. ábra

A Kazó-féle mesterséges esőztető készülék felépítési vázlata. I. 1. Talajba verhető 20 cm oldal magasságú 0,25 m²-es acélkeret, 2. Kifolyó nyílás a lefolyó víz részére. 3. Mérőedény. II. Tartóállvány, 4. Gömbcsuklós csatlakozó, 5. Teleszkópszerű tartórúdak. III. Esőztető fej. 6. Az esőztető fejet tartó keret, rögzítő csavarokkal, 7. 12 csőből álló esőztető fej, 8. Esőcseppképző fűvókák, 9. Nívóedény túlfolyóval, 10. Túlfolyóvízlevezető, 11. Elektromotor, 12. Hajtósíj, 13. Hajtótárcsák, 14. Víztartályok, 15. Vízzáró csapok, 16. Vízvezető csövek, 17. Túlfolyóvíz gyűjtőedény, 18. Ütőszerkezet



2. ábra

Talajba verhető acélkeret a kifolyóval, mérés közben. Foto: Lőrinczy



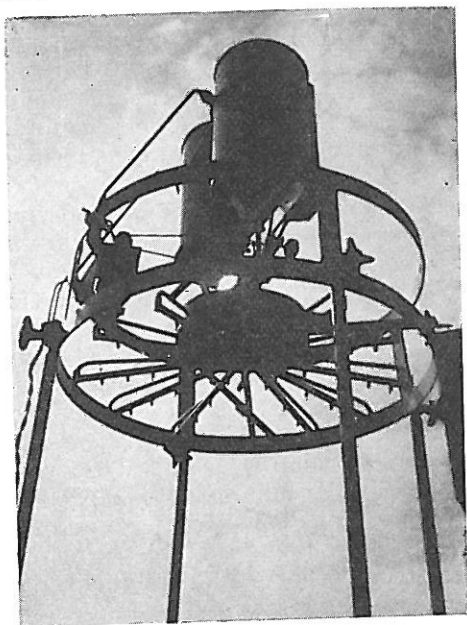
3. ábra

Az összeállított készülék teljes képe működés közben. Foto: Lőrinczy

III. A tartóállványhoz csatlakozik egy elektromotorral forgatott esőztető fej, amely 12 csőből áll és sugarasan ágazik szét.

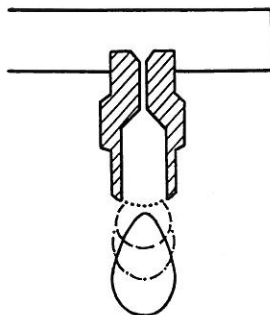
A csövekbe a csepp képzésére 0.3 mm furatú fúvókák vannak építve logaritmikus elosztásban úgy, hogy forgás közben a kör minden egyes terület-egységére lehetőleg azonos számú csepp eshessen. Az esőztető fej akkumulátorral táplált elektromotorral percenként 10—14 fordulattal forog. Két ütőszerkezet is tartozik az esőztető fejhez, amely a sugarasan szétágazó csöveket két ellentétes oldalukon ütögeti az egyenletes cseppképzés és cseppadagolás érdekében. A csövekben az egyenletes víznyomást egy túlfolyóval ellátott nivóedény biztosítja. A készülék vizelátását az esőztető fejen elhelyezett két 5 literes víztartály látja el.

A szakirodalomban több külföldi kutató SEGINER [12], MOTOC [11],



4. ábra

Az esőztető fej a cseppképző fúvókákkal.
Foto: Lőrinczy



5. ábra

Az állandó átmérőjű csepp képződése a fúvókában

KOZLIK [7] és mások foglalkoztak a talajok vízgazdálkodási adatainak mesterséges esőztetés módszereivel való meghatározásával. Sajnos készülékeik mind oly nagyméretűek, hogy szállításukhoz teherautó kell, terjedelmük folytán a vízigényük is oly nagy, hogy tankautó kell a kiszolgálásukhoz. Hazai kutatók közül MATTYASOVSKY [10] dolgozott ki mesterséges esőztető készüléket a lefolyás mértékének megállapítására. Készüléke esőztetett alapterületre nézve kisebb volt az általam szerkesztettnél, esőztető feje nem mozgott, a cseppek mind egy helyre estek. Kevés mérési adat maradt utána az irodalomban.

A vizsgálat módja

Miután a készüléket a vizsgálandó terület legjellemzőbb pontján felállítottuk úgy, hogy az esőztető fej 1 méter magasságban legyen a talaj felszíne felett és a mesterséges esőztetést megindítottuk, stopper órával mérjük az időben lejátszódó jelenségeket [6].

Megfigyeljük és feljegyezzük azt az időpontot, ameddig az alkalmazott esőintenzitásnál a víz a talajban még maradéktalanul és zavartalanul ivódik be.

Ez az időpont a felületi víz tükröződéséig, illetőleg a tócsaképződésig tart. Sajnos ezt az állapotot csak szubjektíve, szabad szemmel való megfigyeléssel állapíthatjuk meg. Jó regisztrálási forma az esőztetett felület időt sűrítő filmfelvétellel való mérése (zeitrafferes felvételezési technika), de sajnos ez a módszer igen ritkán alkalmazható főképpen a filmezéshez szükséges megvilágítási nehézségek miatt [5].

A felületi víz megjelenése, illetve a tócsaképződés arra utal, hogy a talaj víznyelése körülbelül egyensúlyban van a ráhulló víz mennyiségével. A beivódás üteme a továbbiakban csökken mindaddig, amíg egy olyan állapot nem áll elő, hogy a beivódó víz kevesebb lesz, mint a felületre érkező víz. Ezután a felesleg — mivel maradéktalanul beivódni nem tud — a felületen összegyűlik előbb kisebb, majd később nagyobb tócsákká egyesülve a felület egyenetlensége folytán az alacsonyabb részek felé lefolyva megindul egy állandó lefolyás formájában.

A következő megfigyelési pont az acélkeret kifolyójában megjelenő víz, mint a lefolyás kezdete. Ettől az időponttól számítva 3 percenként mérjük a felületről lefolyt és a gyűjtőedényben összegyűlt vizet. A mérést legkevesebb 1 óráig, vagy mindaddig folytatjuk, amíg a területről 3 percenként lefolyt víz mennyisége állandó nem lett.

A mérés befejezése után az esőztetett terület mellett fekvő háborítatlan eredeti talajból legalább 3—3 db. mintát kell venni olyan betéthengeres mintavételi módszerrel, mint pl. a Klimes-Szmik-féle vagy Vér-féle rézbetétes mintavevő, amelynek mintájából majd nemcsak a talaj kiindulási nedvességtartalma, hanem a továbbiak folyamán a laboratóriumban a különböző vízkapacitási értékek kapilláris ($V_{k_{kap}}$), teljes ($V_{k_{max}}$), és minimális vízkapacitás ($V_{k_{min}}$), valamint a térfogatsúly viszonyok (T_s) és az ebből számítható porozitás (P) egy mintának méréssorozatából lesz megállapítható [1]. A mérés befejezése után 2—5 óra elteltével az esőztetett területből is 2—3 betéthengeres mintát kell venni és hasonlóan feldolgozni.

A vizsgálandó terület talajából legalább kétféle művelési állapotú talajon végezzünk esőztetést. Az egyik egy frissen művelt terület legyen (szántás vagy friss vetés), a másik legalább egy tenyészidőn át ülepedett talaj (kukorica vagy gabonatarló). Egy területen semmi esetre sem elégedhetünk meg egy méréssel, hanem a terület nagyságától függően 3—4 ismétlést végezzünk.

A mért adatok feldolgozása

A készülék 3 mm átmérőjű állandó cseppnagyságú mesterséges esőt szolgáltat. Az állandó cseppnagyságot a fúvókák furatának különleges kiképzése biztosítja. A készülék vízszolgáltatása egyenletes az ütőszerkezet ritmikus ütögetéseinek hatására.

A felszínközeli talajrétegnek, azaz a talaj 10—11 cm-ének van döntő jelentősége a talaj vízbefogadóképességére. A vízkapacitásig való telítés után a felszín alatti rétegek vízvezetőképessége szabályozza a vízbefogadóképességet. E módszerrel kapott eredményekből a talaj felszínközeli rétegének és a víznek kölcsönhatására kapunk választ.

A kapott eredmények értékelésénél azt a pontot kell keresni, amikor a talaj már vízkapacitásig telítődött és azt kell megnézni, hogy ebben az állapotában a felületére kerülő 40 mm/óra intenzitású víznek hány %-át képes még magába fogadni. Majd a felszín alatti rétegek vízvezetőképességének befolyá-

sát a vízkapacitásig való telítéstől a vízkapacitásnyi víz mennyiségének még-egyszeri adagolásával mérjük; ez utóbbi esetben az adagolt víz mennyiségének a talajba ivódott %-ból következtethetünk a talaj felszíni rétegeinek vízvezetőképességére. Tekintettel arra, hogy rendszerint előre nem ismeretes a talaj kiindulási nedvessége és a vízkapacitás értéke, több mint 100 vizsgálat alapján megállapítottam, hogy az alkalmazható csapadékinテンzítások közül az 1 óráig végzett 40 mm/óra intenzitású esőztetés az, amely a legjellemzőbben tükrözi a talajok vízbefogadóképességi és vízvezetőképességi tulajdonságait.

A 6. ábrán láthatjuk, hogy azonos talajtípuson azonos kiindulási nedvességtartalom mellett különböző csapadékinテンzítások közül a 40 mm/óra, vagy ennél nagyobb intenzitású csapadékok azok, amelyek aránylag rövid idő alatt (1 óra) tudják produkálni a kiindulási nedvességtől függetlenül a vízkapacitásig való telítésen felüli még egyszeres vízkapacitásnyi mennyiségű csapadékot.

Az eddigi mérési eredmények alapján, amelyek a hazai talajtípusok közül, főképpen a barna erdőtalajok, humuszkarbonát, csernozjom-barna, csernozjom, réti, homok és erodált váz talajok területét foglalják magukba, a talajok vízbefogadóképességére az alábbi 4 kategóriát, valamint a vízvezetőképességre 3 kategóriát, illetve ezen kategóriák kombinációit lehet felállítani.

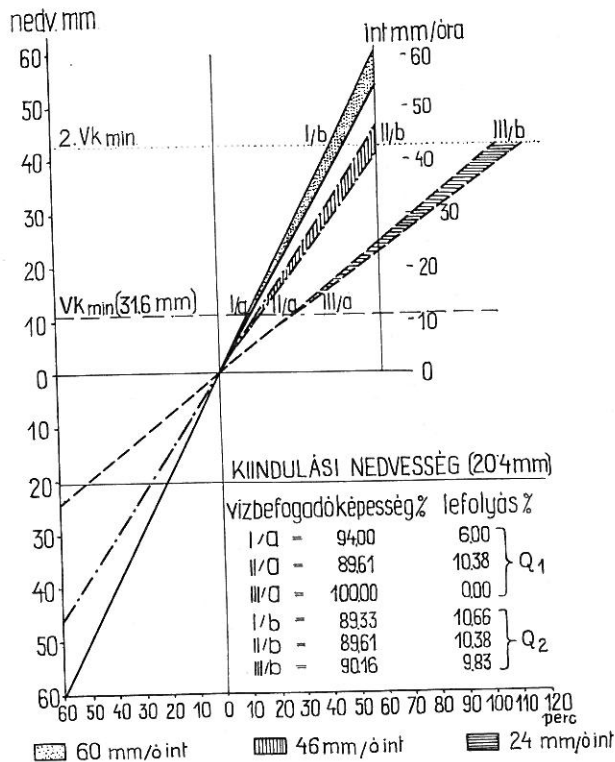
I. *Nagy vízbefogadóképességű* az a talaj, amely a vízkapacitásig telített állapotában a felületére 40 mm/óra intenzitással érkező víznek 100%-át is képes befogadni.

II. *Jó vízbefogadóképességű* az a talaj, amely a vízkapacitásig telített állapotában a felületére 40 mm/óra intenzitással érkező víznek még 80—99%-át képes befogadni.

III. *Közepes vízbefogadóképességű* az a talaj, amely a vízkapacitásig telített állapotában a felületére 40 mm/óra intenzitással érkező víznek 40—79%-át képes magába fogadni.

IV. *Rossz vízbefogadóképességű* talaj az, amely a vízkapacitásig telített állapotában a felületére 40 mm/óra intenzitással érkező víznek csak 0—39%-át képes beinni.

1. *A vizet jól vezető*



6. ábra

Egy löszön kialakult barna erdőtalaj (Zalaapáti rozstartló) vízbefogadóképességének és felületi lefolyásának alakulása azonos kiindulási nedvesség és változó csapadékinテンzítás hatására

talajoknak nevezzük azokat, amelyek a vízkapacitásig való telítésen felül még egyszeres, a vízkapacitásnak megfelelő adag vízmennyiségéből még 90—100%-ot képesek a mélyebb talajrétegekbe vezetni 40 mm/óra intenzitás mellett.

2. *A vizet közepesen vezető talajoknak* nevezzük azokat, amelyek a vízkapacitásig való telítésen felül még egyszeres, a vízkapacitásnak megfelelő adag vízmennyiségéből 60—90%-ot képesek a mélyebb rétegekbe vezetni 40 mm/óra intenzitás mellett.

3. *A vizet rosszul vezető talajoknak* nevezzük azokat a talajokat, amelyek a vízkapacitásig való telítésen felül még egyszeres, a talaj vízkapacitásának megfelelő adag víz mennyiségéből már csak 0—60%-ot képesek a mélyebb rétegekbe vezetni 40 mm/óra intenzitás mellett.

A talajokba beivódni nem tudó víz a talaj felületén összegyűlik és a talajfelszín egyenetlenségének következtében az alacsonyabb részek felé folyik. A lefolyó víz mennyisége alapján a talajokat 4 főcsoportra és a lefolyás tendencia szerint 3 alcsoportba sorolhatjuk. Nyomatékosan ki kell emelni, hogy az eddig mért értékek vízszintes vagy közelvízszintes talajfelületekre vonatkoznak és az eredményekbe nincsen beszámítva a lejtő hatása. Ennek az értéknek a kiszámításához még további mérések és vizsgálatok szükségesek.

A) *Kevés lefolyó vizet adó talajok* azok a talajok, amelyek a vízkapacitásig való telítettség állapotában a 40 mm/óra intenzitással felületükre kerülő vízből semmit, vagy csak 10%-ot engednek lefolyni. (Q_1).

B) *Közepes mennyiségű lefolyó vizet adó talajok* azok a talajok, amelyek a vízkapacitásig való telítettség állapotában a 40 mm/óra intenzitással felületükre kerülő vízből 10—20%-ot engednek lefolyni (Q_1).

C) *Sok lefolyó vizet adó talajok* azok a talajok, amelyek a vízkapacitásig való telítettség állapotában a 40 mm/óra intenzitással felületükre kerülő vízből 20—60%-ot engednek lefolyni (Q_1).

D) *Veszélyesen sok lefolyó vizet adó talajok* azok a talajok, amelyek a vízkapacitásig való telítettség állapotában a 40 mm/óra intenzitással felületükre kerülő vízből 60—100%-ot engednek lefolyni. (Q_1).

a) *Állandó lefolyási tendenciát mutató talajok* azok a talajok, amelyek a vízkapacitásig való telítésen felül 40 mm/óra intenzitással adagolt mégegyszeres, a vízkapacitásnak megfelelő víz mennyiségéből ugyanannyit engednek lefolyni (Q_2), mint a vízkapacitásig való telítettség állapotában (Q_1). Azaz $Q_1 = Q_2$ -vel, vagyis a lefolyás állandó.

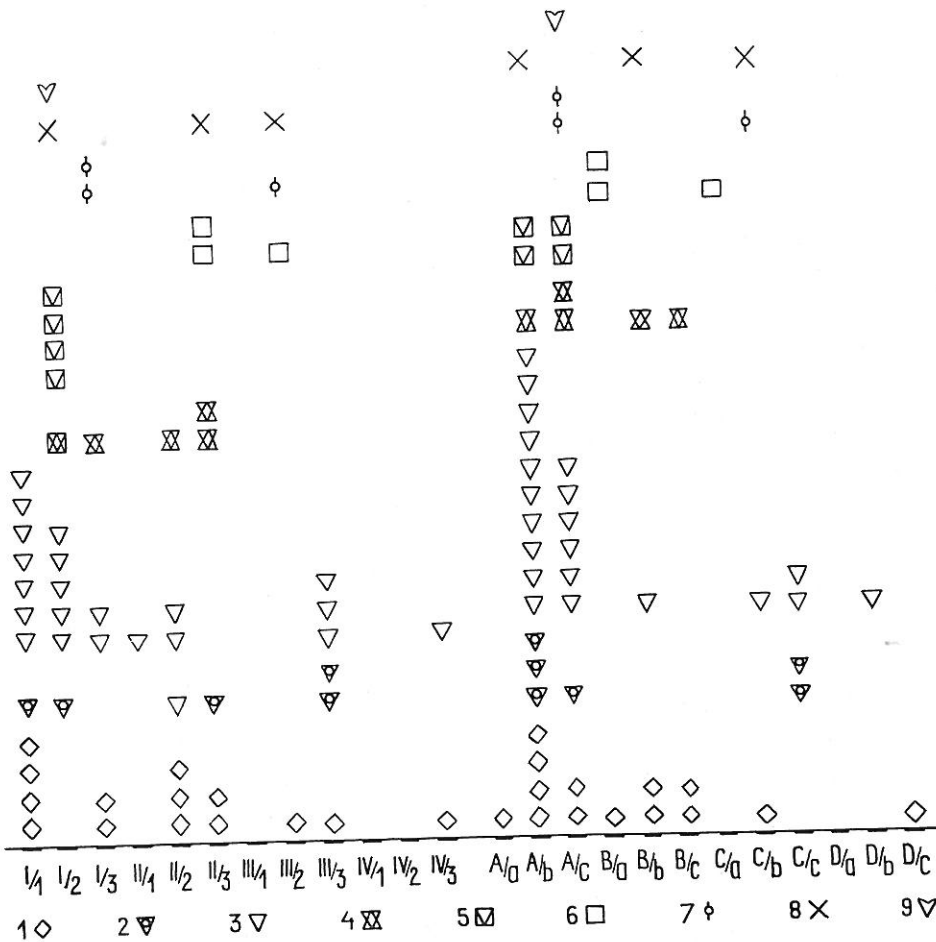
b) *Növekvő lefolyási tendenciát mutató talajok* azok, amelyeknél a vízkapacitásig való telítésen felül a 40 mm/óra intenzitással adagolt mégegyszeres vízkapacitásnyi vízmennyiség esetében észlelt lefolyás nő, vagyis $Q_2 - Q_1 = 5-20\%$ -kal nagyobb Q_1 -nél.

c) *Hirtelen növekvő lefolyási tendenciát mutató talajok* azok, amelyeknél a $Q_2 - Q_1$ érték 40 mm/óra intenzitású csapadék esetében 20%-kal nagyobb a Q_1 -nél.

A 7. ábrán a különböző vízbefogadóképességi és vízvezetőképességi kategóriákhoz tartozóan vannak feltüntetve a megvizsgált különböző talajtípusok. Az $I_1 - II_3$ kategóriák közé a homokon és löszön kialakult lazább, sok jó szerkezeti elemet tartalmazó talajok tartoznak, míg a $III_1 - IV_3$ kategóriák közé tömött szerkezetű kötöttebb talajok.

Az egyes talajtípusokon végzett vizsgálatok számaránya nem azonos, így egyelőre közöttük összehasonlítást tenni igen nehéz. Ha az eddigi vizsgálatokat

mégis összevetjük, megállapíthatjuk, hogy az egyes talajtípusok a vízbefogadó-képesség és vízvezetőképesség eloszlása tekintetében más-más képet mutatnak. Az agyagbemosódásos barna erdőtalajok zömmel inkább a jobb kategóriákhoz tartoznak, de a skálán elosztva képviseltetik magukat a gyengébb és a rossz kategóriákban is. A rozsdabarna erdőtalajok szintén elosztva a skála egész hosszában fellelhetők. Nem ilyen képet mutatnak a barna erdőtalajok, amelyek nagy számban csak a jó kategóriákban fordulnak elő, kevés kivétel sorolható a gyengébb kategóriák közé. Általában megállapítható, hogy a gyenge és rossz kategóriákba rendszerint azok a talajok kerülnek, amelyek tömődtek, szerkezet nélküliek, vagy egy tenyészidő alatt megüledettek. Csak a jó kategóriákban fordulnak elő a humuszos- és csernozjom barna erdőtalajok.



7. ábra

A vízbefogadóképeség és a felületi lefolyás megoszlása a vizsgált különböző talajtípusok között. 1. agyagbemosódásos barna erdőtalaj, 2. rozsdabarna erdőtalaj, 3. barna erdőtalaj, 4. humuszos barna erdőtalaj, 5. csernozjom barna erdőtalaj, 6. csernozjom, 7. erodált váztalaj, 8. réti talaj, 9. humuszkarbonát talaj

A csernozjomok viszont a közepes helyet foglalják el. A jó és közepes helyre szorul a néhány megvizsgált váztalaj, réti talaj és humusz-karbonát talaj is.

Lefolyás szempontjából a vizsgált talajok a kevés és közepes mennyiségű lefolyó vizet adó, valamint a növekvő és hirtelen növekvő lefolyási tendenciát mutató talajok közé tartoznak. A sok és veszélyesen sok lefolyó vizet adó talajok közé csak néhány agyagbemosódásos barna erdőtalaj, rozsdabarna és barna erdőtalaj tartozik. Ezek is mind a tömődött, szerkezet nélküli és az egy tenyészidő alatt megüledett talajok közé tartoznak.

Ö s s z e f o g l a l á s

A szerző által szerkesztett a természetes csapadékot utánzó mesterséges esőztető készülék segítségével nyert adatokból számszerű értékekkel jellemezhetjük a talajok vízbefogadó- és vízvezetőképességét. A vízbefogadóképességet a talajnak a vízkapacitásig való telítettségi állapotában mérjük. Tehát azzal a vízmennyiséggel fejezzük ki, amelyet a talaj ebben az állapotában még magába fogadni képes. A vízvezetőképességre következtetni tudunk, ha a vízkapacitásig való telítés után újabb vízkapacitásnyi mennyiségű vizet adagolunk a talajra és megállapítjuk, hogy ebből is hány %-át volt képes beinni. Megállapítást nyert, hogy 1 óráig végzett 40 vagy ennél nagyobb mm/óra intenzitású csapadék az, amely legjellemzőbben tükrözi a talaj vízbefogadóképességi és vízvezetőképességi tulajdonságait.

A mérési eredmények alapján a talajokat 4 kategóriába sorolhatjuk. Nagy vízbefogadóképességűek azok a talajok, amelyek a 40 mm/óra intenzitással felületükre kerülő víznek 100%-át; jó vízbefogadóképességűek azok, amelyek 80—99%-át; közepes vízbefogadóképességűek azok, amelyek 40—79%-át; és rossz vízbefogadóképességűek azok, amelyek csak 0—39%-át képesek beszívároztatni. A vizet jól vezető talajoknak nevezzük azokat a talajokat, amelyek a vízkapacitásig való telítettségen felül még egyszeres vízkapacitásnak megfelelő adag 40 mm/óra intenzitással érkező vízmennyiségből 90—100%-ot; a vizet közepesen vezető talajok 60—90%-ot; és a vizet rosszul vezető talajok 0—60%-ot képesek a mélyebb talajrétegekbe vezetni.

A lefolyó víz mennyisége egyik jellemzője a talaj erodálhatóságának. Ennek alapján a talajokat a következő kategóriákba sorolhatjuk: Kevés lefolyó vizet adó talajok azok a talajok, amelyek a vízkapacitásig való telítettségi állapotában a 40 mm/óra intenzitással a felületükre kerülő vízből 0—10%-ot; közepes mennyiségű lefolyó vizet adó talajok 10—20%-ot; a sok lefolyó vizet adó talajok 20—60%-ot; és a veszélyesen sok lefolyó vizet adó talajok 60—100%-ot is le engednek folyni. A lefolyási tendencia szerint állandó lefolyási tendenciát mutató talajok azok, amelyek a 40 mm/óra intenzitású csapadék hatására vízkapacitásig való telítettségen felül adagolt még egyszeres vízkapacitásnak megfelelő vízmennyiségből ugyanannyit engednek lefolyni, mint a vízkapacitásig való telítettségi állapotában; növekvő lefolyási tendenciát mutató talajok 5—20%-kal; a hirtelen növekvő lefolyási tendenciát mutató talajok 20%-nál többet.

A készülék által kapott adatokból főképpen a talajok vízgazdálkodására és az öntözés körülményeinek tisztázására kapunk választ. A lefolyási értékek viszont a talajok erodálhatóságára utalnak.

Irodalom

- [1] BALLENEGGER, R. & DI GLERIA, J.: Talaj- és Trágyavizsgáló Műszerek. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [2] DI GLERIA, J., KLIMES-SZMIK, A. & DVORACEK, M.: Talajfizika és Talajkolloidika. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1957.
- [3] DVORACEK, M.: A talaj víz- és levegőgazdálkodási tulajdonságai a szabadszállási kísérleti telep 1950. évi adatai alapján. Öntözési és Talajjavítási Kutató Intézet Évkönyve. I. 307–342. 1952.
- [4] FEKETE, Z., HARGITAI, L. & ZSOLDOS, L.: Talajtan és Agrokémia. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1964.
- [5] KAZÓ, B.: Untersuchung der zum Oberflächenabfluss führenden Prozesse mittels Filmaufnahmen. Agrokémia és Talajtan. **13**. Suppl. 3–10. 1964.
- [6] KAZÓ, B. & KLIMES-SZMIK, A.: A Method of Artificial Sprinkling for the Investigation of the Processes of Erosion. Internat. Assoc. Sci. Hydrology. Publ. No. 59. 52–61. Symp. Bari. 1962.
- [7] KOZLIK, V.: Hospodarnost a ucinnost brazdovania v boji proti vodnej erozii pody. Viskumny Ustav Vodohospodarsky. Prace a studie Bratislava. **3**. 1–153. 1959.
- [8] KREYBIG, L.: Mezőgazdasági természeti adottságaink és érvényesülésük a növénytermesztésben. Magyar Mezőgazd. Műv. Társ. Budapest. 1946.
- [9] MADOS, L.: Öntözési és vízgazdálkodási tanulmányok a tiszafüredi öntözőrendszer területén. Öntözésügyi Közlem. **1**. 89–150. 1939.
- [10] MATTYASOVSKY, J.: Talajok vízvezetőképességének vizsgálata és az eredmények alkalmazása a talajvédelemben. Agrokémia és Talajtan. **2**. 161–172. 1953.
- [11] MOTOC, M. & TRASCULESCU, FL.: Talajpusztulás – talajvédelem a mezőgazdasági területeken. Földműv. Min. Mezőgazd. és Erdészeti All. kiadó. Bukarest. 1963.
- [12] SACHORI, A. & SEGNER, I.: Esőztető berendezés záporok utánzására, mint az eróziós jelenségek és a felszíni lefolyás tanulmányozásának eszköze. A szárazföldi erózió problémái. 23–28. (Nemzetk. Hidrol. Társ. Bari-i szimp. anyaga.) OMgK. Budapest. 1963.
- [13] ID. VÁRALLYAY, GY.: Talajvédelmi kísérletek és teendők. Agrokémia és Talajtan. **1**. 115. 1952.

Érkezett: 1965. december 28.

Determination of the Water Regime Properties of Soils with an Artificial Rainfall Simulator

B. KAZÓ

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

On the basis of data obtained with the help of a rainfall simulator constructed by the author to imitate natural precipitation, the water intake capacity and the water conductivity of soils may be characterized by numerical values. Water intake capacity is measured when the soil is saturated to its water capacity. The quantity of water that can be taken in by the soil in that state gives the value of water intake capacity. Water conductivity may be calculated when after having the soil saturated to water capacity, an additional amount of water (as much as water capacity) is given to the soil and it is determined how many per cent of this amount is taken in by the soil.

Considering that the initial values of moisture content and water capacity are not known in advance, author established that precipitations of 40 (or more) mm per hour intensity applied for an hour create the situation which is the most characteristic of the soils' water intake capacity and water conductivity. On the basis of the measured data, the soils may be categorized as follows:

I. The water intake capacity of a soil is high if in the state of being saturated to water capacity the soil takes in 100 per cent of water applied with 40 mm/hour intensity.

II. The water intake capacity of a soil is good if in the state of being saturated to water capacity the soil takes in 80–99 per cent of water applied with 40 mm/hour intensity.

III. The water intake capacity of a soil is moderate if in the state of being saturated

to water capacity the soil takes in 40–79 per cent of water applied with 40 mm/hour intensity.

IV. The water intake capacity of a soil is poor if in the state of being saturated to water capacity the soil takes in only 0–39 per cent of water applied with 40 mm/hour intensity.

1, The water conductivity of a soil is good, if, in the state of being saturated to water capacity, an additional amount of water corresponding to water capacity is added to the soil with 40 mm/hour intensity, and 90–100 per cent of it reaches the deeper soil layers.

2, The water conductivity of a soil is moderate, if, in the state of being saturated to water capacity, an additional amount of water corresponding to water capacity is added to the soil with 40 mm/hour intensity, and 60–90 per cent of it reaches the deeper soil layers.

3, The water conductivity of a soil is poor, if, in the state of being saturated to water capacity, an additional amount of water corresponding to water capacity is added to the soil with 40 mm/hour intensity, and 0–60 per cent of it reaches the deeper soil layers.

The excess water that can not percolate into the soil accumulates on the surface and runs off. The amount of the runoff water reflects the erodibility of the soil, and on its basis the soils may be classified as follows:

A, Soils of poor runoff are the ones which, in the state of being saturated to water capacity, do not allow to run off more than 0 to 10 per cent of the water getting to the surface with 40 mm/hour intensity. (Q_1)

B, Soils of moderate runoff are the ones which, in the state of being saturated to water capacity, allow to run off 10–20 per cent of the water getting to the surface with 40 mm/hour intensity.

C, Soils of rapid runoff are the ones which, in the state of being saturated to water capacity, allow to run off 20–60 per cent of the water getting to the surface with 40 mm/hour intensity.

D, Soils of dangerously rapid runoff are the ones which, in the state of being saturated to water capacity allow to run off as much as 60–100 per cent of the water getting to the surface with 40 mm/hour intensity.

a, Those soils show constant runoff tendency which — when in the state of being saturated to water capacity and having received an additional amount of water corresponding to the water capacity with 40 mm per hour intensity — allow to run off the same amounts of water (Q_2) as in the state of being saturated only to water capacity (Q_1), that is $Q_1 = Q_2$.

b, Those soils indicate increasing runoff tendency where — in the case of a 40 mm/hour precipitation — the value of $Q_2 - Q_1$ is higher with 5–20 per cent than that of Q_1 .

c, Those soils indicate abruptly increasing runoff tendency where — in the case of a 40 mm/hour precipitation — the value of $Q_2 - Q_1$ is higher with more than 20 per cent than that of Q_1 .

It must be emphatically pointed out that the categories, determined on the basis of more than 100 measurements, relate to level or nearly level surface and the effect of the slope is not included in these values. The examination of this latter factor will be the subject of another study.

Usually, from among the examined Hungarian soil types, lighter soils developed on sand or loess, containing good structural elements, belong to categories I. 1–II. 3, while soils of higher plasticity and consistence belong to categories III. 1–IV. 3.

These data supply information mainly on the water regime properties of soils and help to clear up the conditions of irrigation. The values of runoff indicate the soils' erodibility. It may be concluded that a constant runoff tendency may be found in the case of relatively few soils; the most common are soils showing increasing runoff tendency, and quite a great number of soils show abruptly increasing tendency.

Figure 1. Scheme of the rainfall simulator by Kazó. I. 1. Steel cylinder (20 cm high, 0,25 m²) to be driven into the soil. 2. Discharge hole for the runoff water. 3. Measuring tank. II. Console. 4. Ball-and socket joint. 5. Telescope-like bearer bars. III. Sprinkler head. 6. Frame with fastening screws, supporting the sprinkler head. 7. Sprinkler head, made up of 12 tubes. 8. Nozzles, forming the rain drops. 9. Vessel with overflow-pipe, assuring constant water pressure in the nozzles. 10. Overflow-pipe. 11. Electro-motor. 12. Driving-belt. 13. Driving-disks. 14. Water tank. 15. Taps. 16. Water pipes. 17. Vessel for collecting the overflowing water. 18. Striking mechanism.

Figure 2. The steel cylinder with the plug-hole, during measurement. (Photo: Lőrinczy)

Figure 3. Picture of the rainfall simulator when in operation. (Photo: Lőrinczy)

Figure 4. The sprinkler head with the nozzles. (Photo: Lőrinczy)

Figure 5. Formation of drops of the same diameter in the nozzle.

Figure 6. Changes in the water capacity and in the surface runoff of a brown forest soil (Zalaapáti, rye stubble) developed on loess, on the effect of constant initial moisture content and changing precipitation intensity.

Figure 7. The distribution of water capacity and surface runoff amongst the examined different soil types. 1, brown forest soil with clay illuviation, 2, brown forest soil (according to Ramann), 3, brown forest soil, 4, humous brown forest soil, 5, chernozem brown forest soil, 6, chernozem, 7, eroded skeletal soil, 8, meadow soil, 9, humic carbonated soil.

Die Bestimmung der Wasserhaushaltseigenschaften der Böden mit dem Versuchsregner

B. KAZÓ

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

Aus den, mit Hilfe des durch den Verfasser konstruierten, den natürlichen Niederschlag nachahmenden Versuchsregners gewonnenen Angaben kann die Wassereinsaugfähigkeit (Wassereinsaugfähigkeit = die Wassermenge die durch den Boden eingesaugt wird) und das Wasserleitvermögen des Bodens mit Zahlenangaben gekennzeichnet werden. Die Wassereinsaugfähigkeit wird im bis zur Wasserkapazität gesättigten Zustand des Bodens gemessen. Sie wird daher mit der Wassermenge ausgedrückt, die der Boden noch in diesem Zustand aufnehmen vermag. Auf das Wasserleitvermögen kann man schliessen, wenn nach der Sättigung bis zur Wasserkapazität eine weitere, der Wasserkapazität entsprechende Wassermenge auf den Boden dosiert wird und so kann man feststellen, welchen Prozentsatz noch davon der Boden aufnahm.

Mit Rücksicht darauf, dass der Grundfeuchtigkeits- und Wasserkapazitätswert des Bodens im Vornherein nicht bekannt ist, stellte der Verfasser fest, dass ein Niederschlag von einer Stunde mit 40 oder grösserer mm/Stunde Intensität jener ist, der die Wassereinsaugfähigkeit und Wasserleitungseigenschaften der Böden am kennzeichnendsten widerspiegelt. Auf Grund der gemessenen Ergebnisse können die Böden in die folgenden Kategorien eingeteilt werden:

I. Böden von hoher Wassereinsaugfähigkeit sind jene, die in Sättigungszustand bis zur Wasserkapazität sogar 100% des mit einer Intensität von 40 mm/Stunde auf die Oberfläche gelangenden Wassers aufzunehmen fähig sind.

II. Böden von guter Wassereinsaugfähigkeit sind jene, die im Zustand der Sättigung bis zur Wasserkapazität noch 80–99% des mit einer Intensität von 40 mm/Stunde auf die Oberfläche gelangenden Wassers aufzunehmen fähig sind.

III. Böden von mittlerer Wassereinsaugfähigkeit sind jene, die im Zustand der Sättigung bis zur Wasserkapazität 40–79% des mit einer Intensität von 40 mm/Stunde auf die Oberfläche gelangenden Wassers einsickern zu lassen fähig sind.

IV. Böden von schlechter Wassereinsaugfähigkeit sind jene, die im Zustand der Sättigung bis zur Wasserkapazität nur 0–39% des mit einer Intensität von 40 mm/Stunde auf die Oberfläche gelangenden Wassers einsickern zu lassen fähig sind.

1. Als Böden von gutem Wasserleitvermögen werden jene bezeichnet, die über die Sättigung bis zur Wasserkapazität hinaus aus noch einmaliger der Wasserkapazität entsprechender Wassermenge bei 40 mm/Stunde Intensität noch 90–100% in die tieferen Bodenschichten einzuführen fähig sind.

2. Als Böden von mittlerem Wasserleitvermögen werden jene bezeichnet, die über die Sättigung bis zur Wasserkapazität hinaus aus einer noch einmaligen der Wasserkapazität entsprechenden Wassermenge noch 60–90% bei einer Intensität von 40 mm/St. in die tieferen Bodenschichten einzuführen fähig sind.

3. Als Böden von schlechterem Wasserleitvermögen werden jene bezeichnet, die über die Sättigung bis zur Wasserkapazität hinaus aus einer noch einmaligen der Wasser-

kapazität entsprechenden Wassermenge 0—60% bei einer Intensität von 40 mm/St. in die tieferen Bodenschichten einzuführen fähig sind.

Das überflüssige Wasser, das nicht in den Boden eingesaugt werden kann, versammelt sich an der Oberfläche des Bodens und fließt ab. Die Menge des abfließenden Wassers ist ein Merkmal der Erodierbarkeit des Bodens. Auf dieser Grundlage können die Böden in die folgenden Kategorien eingereiht werden:

A) Wenig abfließendes Wasser ergebende Böden sind jene, die aus dem im Sättigungszustand mit einer Intensität von 40 mm/St. auf ihre Oberfläche gelangenden Wasser nicht oder höchstens 10% abfließen lassen (Q_1).

B) Eine mittlere Menge von abfließendem Wasser ergebende Böden sind jene, die aus dem in einem Zustand von Sättigung bis zur Wasserkapazität mit einer Intensität von 40 mm/St. auf ihre Oberfläche gelangenden Wasser 10—20% abfließen lassen (Q_1).

C) Viel abfließendes Wasser ergebende Böden sind jene, die aus dem im Zustand der Sättigung bis zur Wasserkapazität mit einer Intensität von 40 mm/St. auf ihre Oberfläche gelangenden Wasser 20—60% abfließen lassen (Q_1).

D) Eine gefährliche Menge von abfließendem Wasser ergebende Böden sind jene, die aus dem im Zustande der Sättigung bis zur Wasserkapazität mit einer Intensität von 40 mm/St. auf ihre Oberfläche gelangenden Wasser 60—100% abfließen lassen (Q_1).

a) Böden, die eine ständige Abflusstendenz zeigen, sind jene, die aus der über die Sättigung bis zur Wasserkapazität hinaus mit einer Intensität von 40 mm/St. dosierten Wassermenge, die einer nochmaligen Wasserkapazität entspricht, ebensoviel abfließen lassen (Q_2) als im Zustand der Sättigung bis zur Wasserkapazität (Q_1), daher $Q_1 = Q_2$.

b) Böden, die eine steigende Abflusstendenz zeigen, sind jene, bei denen der Abfluss im Falle einer Wassermenge von nochmaliger Wasserkapazität die über die Sättigung bis zur Wasserkapazität hinaus mit einer Intensität von 40 mm/St. dosiert wird, ansteigt, d. h. $Q_2 - Q_1$ um 5—20% höher ist als Q_1 .

c) Böden mit jäh ansteigender Abflusstendenz sind jene, bei denen der $Q_2 - Q_1$ Wert im Falle eines Niederschlages von 40 mm/St. Intensität um 20% höher ist als Q_1 .

Es ist nachdrücklichst hervorzuheben, dass die auf Grund von mehr als 100 Messungen bestimmten Kategorien sich auf horizontale oder fast horizontale Flächen beziehen und unter diesen Werten die Wirkung des Abhanges nicht figuriert. Die Erforschung der letzteren soll den Gegenstand einer besonderen Studie bilden.

Im allgemeinen gehören von den untersuchten ungarischen Bodentypen zu den Kategorien I.₁ — II.₃ die auf Sand und Löss ausgebildeten lockeren, viele gute Strukturelemente enthaltenden Böden, während in die Kategorien III.₁ — IV.₃ die schwereren Böden von kompakterer Struktur gehören. Aus diesen Angaben sind hauptsächlich Antworten betreffs der Wasserwirtschaft der Böden und der Bedingungen der Bewässerung zu erhalten. Die Abflusswerte verwiesen dagegen auf die Erodierbarkeit der Böden. Aus diesen lässt sich feststellen, dass eine ständige Abflusstendenz bei verhältnismässig sehr wenigen Böden sich vorfindet; am allgemeinsten begegnet man der mässig steigenden Tendenz, aber auch Böden, die eine jäh ansteigende Tendenz befolgen, kommen in genug hoher Anzahl vor.

Abb. 1. Konstruktionsskizze des künstlichen Beregnungsapparates von Kazó. I. 1. 0,25 m² Stahlrahmen von 20 cm Seitenhöhe, welcher in den Boden eingeschlagen werden kann, 2. Ausflussöffnung für das abfließende Wasser, 3. Messgefäß, II. Stativ., 4. Kugelhakenanschluss, 5. Teleskopartige Tragstangen, III. Regner-Beregnungskopf, 6. Den Regner-Beregnungskopf haltender Rahmen mit Fixierschrauben, 7. Aus 12 Röhren bestehender Regner-Beregnungskopf, 8. Regentropfenbildende Düsen, 9. Niveaugefäß mit Überläufer, 10. Überströmleitung, 11. Elektromotor, 12. Treibriemen, 13. Antriebscheiben, 14. Wasserbehälter, 15. Hähne, 16. Wasserleiterröhre, 17. Überlaufwasser-Sammelgefäß, 18. Schlagvorrichtung.

Abb. 2. In den Boden einschlagbarer Stahlrahmen mit dem Abflussrohr während der Messung. Photo: Lőrinczy.

Abb. 3. Totalbild des zusammengestellten Apparates während der Anwendung. Photo Lőrinczy.

Abb. 4. Beregnungskopf mit den tropfenbildenden Drüsen. Photo: Lőrinczy.

Abb. 5. Die Bildung des Tropfens mit ständigem Durchmesser in der Düse.

Abb. 6. Gestaltung der Wassereinsaugfähigkeit und des oberflächlichen Abflusses eines auf Löss entstandenen braunen Waldbodens (Roggenstoppefeld von Zalaapáti) unter der Einwirkung eines identischen Ausgangswassergehaltes und veränderlicher Niederschlagsintensität.

Abb. 7. Verteilung der Wassereinsaugfähigkeit und des oberflächlichen Abflusses unter den verschiedenen geprüften Bodentypen. 1. Brauner Waldboden »sol brun lessivé«,

2. Rostbrauner Waldboden, 3. Brauner Waldboden, 4. Humöser brauner Waldboden, 5. Brauner Tschernosem-Waldboden, 6. Tschernosem, 7. Erodierter Skelettboden, 8. Wiesenboden, 9. Humus-Karbonatboden.

Определение водных свойств почвы с помощью дождевальной установки

Б. КАЗО

Научно-исследовательский Институт Почвоведения и Агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

Резюме

Из данных, полученных с помощью дождевальной установки, имитирующей выпадение дождя в природе, числовым значением можно охарактеризовать водопоглощение и фильтрующую способность почвы. (Под водопоглощением автор понимает такое количество воды, которое необходимо дать для насыщения почвы до состояния полевой влагоемкости при исходном количестве влаги в ней. Эта величина переменная и зависит от количества исходной влаги в почве.) Водопоглощение почвы измеряли при полном её насыщении водой, т. е. выражали её таким количеством воды, которое может впитать в себя почва при данной влажности. О фильтрующей способности можно судить тогда, когда в почву, насыщенную до полевой влагоемкости, дают количество воды равное её разовой полевой влагоемкости и определяют процент её поглощения почвой.

Принимая во внимание, что исходные величины влажности и влагоемкости почвы были не известны, автор определил, что дождевание в течение часа с интенсивностью дождя в 40 мм/час, наиболее характерно отражает водопоглощение и фильтрующую способность почвы. На основе измерений почвы группировались следующим образом:

I. Почвы с высоким водопоглощением — это такие почвы, которые будучи насыщены до полевой влагоемкости при интенсивности дождя 40 мм/час, еще могут поглощать до 100% воды, попадающей на их поверхность.

II. Почвы с хорошим водопоглощением — при насыщении их до состояния полевой влагоемкости могут усвоить до 80—99% от воды, попадающей на их поверхность при интенсивности дождя в 40 мм/час.

III. Почвы со средним водопоглощением, будучи насыщены до полевой влагоемкости при интенсивности дождя 40 мм/час еще могут поглотить 40—79% воды, попадающей на их поверхность.

IV. Почвы с плохим водопоглощением, будучи насыщены до состояния полевой влагоемкости при интенсивности дождя 40 мм/час, могут усвоить только 0—39% воды, попадающей на их поверхность.

1. Почвы с хорошей фильтрационной способностью мы называем такие почвы, которые будучи насыщены до полевой влагоемкости, при добавлении воды в количестве соответствующем полевой влагоемкости, при интенсивности дождя 40 мм/час, могут проводить в более глубокие горизонты 90—100% от выпадающей на поверхность почвы воды.

2. Почвы со средней фильтрационной способностью, те почвы, которые будучи насыщены до полевой влагоемкости при добавлении воды в количестве соответствующем разовой полевой влагоемкости, при интенсивности дождя 40 мм/час, могут проводить в более глубокие горизонты 80—90% от выпадающей на поверхность почвы воды.

3. Почвы с плохой фильтрационной способностью, те почвы, которые будучи насыщены до полевой влагоемкости при добавлении воды в количестве соответствующем разовой полевой влагоемкости, при интенсивности дождя 40 мм/час, могут проводить в более глубокие горизонты только 0—60% от выпадающей на поверхность почвы воды.

Излишняя вода не просочившаяся в почву собирается на поверхности и стекает. Количеством, стекающей с поверхности почвы, воды характеризуется устойчивость почвы против эрозии. На этом основании можно сгруппировать почвы следующим порядком:

A) Почвы с небольшим количеством поверхностносточных вод, это те почвы с которых, при насыщении их до состояния полевой влагоемкости, при интенсивности дождя в 40 мм/час, стекает только 10% от попавшей на их поверхность воды. (Q_1)

B) Почвы со средним количеством поверхностносточных вод — при насыщении их до состояния полевой влагоемкости, при интенсивности дождя в 40 мм/час, количество вод, стекающих с их поверхности составляет 10—20% от выпавших осадков. (Q_2)

C) Почвы с большим количеством поверхностносточных вод, это те почвы с которых, при насыщении их до состояния полевой влагоемкости, при интенсивности дождя 40 мм/час, стекает 20—60% от попавшей на их поверхность воды.

Д) Почвы с весьма большим количеством поверхностных вод, с поверхности которых, при интенсивности дождя в 40 мм/час и насыщении их до полевой влагоемкости, стекает до 60—100% от выпавших осадков.

а) Почвы, отличающиеся постоянной тенденцией к стеканию поверхностных вод — это такие почвы, которые, будучи насыщены до состояния полевой влагоемкости, из получаемого сверх этого количества воды, равного разовому количеству полевой влагоемкости, при дождевании интенсивностью 40 мм/час. дают количество поверхностных вод (Q_2) равное количеству стекающих вод при насыщении почвы до полевой влагоемкости, т. е. $O_1 = O_2$.

б) Почвы, отличающиеся увеличивающейся тенденцией к стеканию поверхностных вод — почвы, которые будучи насыщены до полевой влагоемкости, получая сверх этого воду в норме равной разовому количеству полевой влагоемкости, при интенсивности дождя в 40 мм/час, отличаются заметным увеличением количества стекающих вод, т. е. $O_2 - O_1$ на 5—20% больше Q_1 .

в) Внезапно-возрастающей тенденцией к стеканию поверхностных вод отличаются почвы, где значение $Q_2 - Q_1$ на 20% больше значения Q_1 .

Необходимо отметить, что категории, выделенные на основании данных более 100 измерений, относятся к горизонтальной или почти горизонтальной поверхности, среди этих данных не фигурировали данные по влиянию склонов. Определение этого фактора является задачей отдельной работы.

Среди изученных почв нашей страны к $I_1 - II_3$ категориям относятся образованные на песке и лёссе, рыхлые, хорошо оструктуренные почвы, к $III_1 - IV_3$ относятся почвы более плотного сложения, более связные. Эти данные в основном дают ответ о водохозяйственных свойствах почвы и условиях их орошения. Величина стока указывает на устойчивость почв против эрозии. Исходя из этих данных, можно установить, что постоянной тенденцией к стоку поверхностных вод отличаются относительно мало почв, наиболее часто встречаются почвы с умеренно-возрастающей тенденцией и довольно значительное число с внезапно-возрастающей тенденцией к стоку.

Рис. 1. Схема дождевальной установки Казо. 1. Стальной цилиндр, врезаемый в почву. Высота стенок 20 см, поверхность 0,25 м². 2. Внешний водосток для стекания избыточных вод. 3. Мерный цилиндр. II. Крепильная установка. 4. Шарнирное присоединение. 5. Телескопические поддерживающие установку металлические штанги. III. Дождеватель. 6. Обруч, поддерживающий головку дождевателя, с винтами. 7. Состоящая из 12 трубок, головка дождевателя. 8. Отверстия, образующие дождевые капли. 9. Регулятор уровня воды с водосливом. 10. Водослив для отвода излишних вод. 11. Электромотор. 12. Приводной ремень. 13. Приводной шкив. 14. Баки для воды. 15. Перекрывающие краны. 16. Трубки для провода воды. 17. Бачок для сбора излишних вод. 18. Ударное устройство.

Рис. 2. Врезанные в почву стальные цилиндры с водосливами во время работы. Фото Лёринци.

Рис. 3. Установка в процессе работы. Фото Лёринци.

Рис. 4. Головка дождевателя с отверстиями, образующими дождевые капли. Фото Лёринци.

Рис. 5. Образование дождевых капель постоянного диаметра.

Рис. 6. Влияние изменяющейся интенсивности дождя на водопоглощение и образование поверхностного стока при одинаковой исходной влажности на бурой лесной почве, образованной на лёссе (Залапат, стерня ржи).

Рис. 7. Водопоглощение и образование поверхностного стока для различных типов почв. 1. Иллимеризованная бурая лесная почва. 2. Ржаво-бурая лесная почва. 3. Бурая лесная почва. 4. Гумусированная бурая лесная почва. 6. Чернозем. 7. Эродированная скелетная почва. 9. Перегнойно-карбонатная почва.