

Számítási módszerek a szódás-szoloncsákok vertikális drénezésére és kilúgzására

Szódás-szoloncsák talajok előfordulnak a világ számos országában, így például Kanadában, Indiában, a Szovjetúnióban, Magyarországon, Romániában, Egyiptomban, az Amerikai Egyesült Államokban és még számos más helyen.

A szódás szikes talajok különböznek a semleges kémhatású sók hatására kialakult szikes talajoktól mind fizikai, kémiai, mind egyéb tulajdonságaikban /KOVDA, 1965; KOVDA és SAMOILOVA, 1969; SZABOLCS et al., 1969; VÁRALLYAY 1965/. Ez az oka annak, hogy a szódás szikes talajok javítása és hasznosítása a talajjavítás gyakorlatában speciális helyet foglal el. A szódás-szoloncsákok javítása közismerten bonyolult, s mind a mai napig az öntözéses gazdálkodás egyik alapvető problémája.

Az Ararát völgyében a szódás szikesedés igen elterjedt. A szódás-szoloncsák talajok két változatát lehet itt megkülönböztetni, ezek a szulfátos-szódás és a szódás-szoloncsákok. Ezeket a talajokat a nagy /9-11/ pH-érték, magas szabad szódataralom /1,5-3,6 %/, nagy összes lúgosság /2-4 %/, valamint a talaj nagy nátrium-telítettsége /40-60 S %/ jellemzi /ACHOIAN, 1978; MKRITCHIAN, 1976; PETROSIAN, 1982/.

Az Ararát völgyében a szódás szikesedés és láposodás gyakran együttesen fordul elő. Ezen a területen a talajvizet nyomás alatt lévő rétegvizek táplálják, melyek főleg lúgosan hidrolizáló sókat tartalmaznak. Az Ararát völgyének nincsen szabad vízelvezetése és az ide jutó víz nem távozik el. A víz jelentős része a helyszínen elpárolog, mivel a talajvíz szintje természetes viszonyok között a felszínhez közel - 0,5-1,5 m távolságra van - nagy a talajvíz kapilláris emelkedése és igen magas - 35-45 tf.‰ - a talaj nedvességtartalma /ALEXANDRIAN, 1957/. Ismeretes, hogy a nyomás alatt álló talajvíz piezométeres szintje magasabban van, mint az altalajvíz szintje /ALEXANDRIAN, 1955, 1957/. Az artéri teraszok szódás-szoloncsák talajai alatt erősen sós felszín alatti vizeket találunk, melyek összesség-koncentrációja 1-5 g/l, de gyakran eléri a 10-40 g/l koncentrációt is. A sók összetétele többnyire szulfát-klorid-hidrokarbonát-nátrium-magnézium típusú. Jelentős a szóda relatív koncentrációja a talajvízben és 1,5-35 % között változik. A szubartézi víztartó rétegek vizének ásványi sókoncentrációja 0,5-1,5 g/l, az artézi rétegek vizének összesség-koncentrációja 0,3-0,5 g/l. A teraszokhoz csatlakozó síkság talajvizeiben a sók kémiai összetétele nátrium-magnézium-kalcium-hidrokarbonátos, vagy nátrium-hidrokarbonátos.

A szódás-szoloncsák talajok javításának összetevői:

- az altalajvíz szintjének süllyesztése a talaj sótartalmától, mechanikai összetételétől függően kb. 3 m-ig, valamint a süllyesztett talajvíz-szint tartása;

- a talaj sóihak kilúgzása és lúgos kémnatásának megszüntetése;
- a talajvíz 'összesség-koncentrációjának csökkentése.

A vertikális drénezés szerepe a szódás-szoloncsák talajok javításában

Többéves szabadföldi kísérletek eredményeit figyelembe véve olyan tervezési irányelveket dolgoztunk ki vertikális drénrendszer kiépítésére, amely lehetővé teszi a szódás-szoloncsák talajok javítását és meggátolja a javított talajok másodlagos szikesedését /ALEXANDRIAN, 1955, 1957/. A tervezési irányelvek elemei magukba foglalják a kiszivattyúzandó víz mennyiségét, a talajfelszínről elpárolgó víz mennyiségét és egyéb más faktorokat.

A kiszivattyúzandó víz mennyiségét az alábbi összefüggéssel számítjuk /ALEXANDRIAN, 1957/:

$$W = E + \mu(H-a) + w \quad /1/$$

- ahol: W = a kiszivattyúzandó víz mennyisége, m^3 ;
 E = a talaj felszínéről elpárolgó nedvesség mennyisége, $m^3/év$;
 μ = a víznyerés aránya, vagy a vízhiány a talaj telítettségéhez viszonyítva;
 H = a talajfelszín és a süllyesztett vízszint közötti távolság, m ;
 a = a talajfelszín és a legmagasabb talajvízszint közötti távolság, m ;
 w = az a többlet vízmennyiség, amit ki kell szivattyúzni a kónuszos leszívás görbe miatt, m^3 .

Az /1/ egyenletben a legnehezebben meghatározható tényező a felszínről elpárolgó víz mennyisége / E /.

A párolgás számítására a következő összefüggést javasoltuk /ALEXANDRIAN, 1957/:

$$E = k_1 \frac{h}{l} + \mu \frac{\Delta l}{\Delta t} \quad /2/$$

- ahol: k = a fedőréteg filtrációs együtthatója vertikális irányban, m/nap ;
 h = a fedőrétegben ható nyomás értéke, azaz a nyomás alatti és a szabad víz szintje közötti különbség;
 l = távolság a vízszintje között a fedőrétegben és annak alappontjában, m ;
 Δl = az altalajvíz szintjének változása $/m/$ Δt idő $/nap/$ alatt;
 μ = a víznyerés együtthatója.

A vertikális drénezés kútjainak számát megadja a következő összefüggés, ha ismerjük a kiszivattyúzandó víz mennyiségét, a kutak vízhozamát és a kutak üzemének időtartamát /ALEXANDRIAN, 1955, 1957/:

$$n = \frac{W}{T \cdot Q} \quad /3/$$

- ahol: n = a szükséges drénkutak száma;
 W = a kiszivattyúzandó víz mennyisége, m^3 ;
 T = a kutak működtetésének időtartama, nap ;
 Q = a kút vízhozama, m^3/nap .

A következőkben megadunk egy példát az általunk ismerttetett eljárás alkalmazására:

Azt, hogy 600 ha drénezéséhez mennyi a szükséges kutak száma a következőkben megadott adatokból az alábbi módon számoljuk:

A fedőréteg vastagsága: 5 m;

A fedőréteg szivárgási együtthatója: $k = 0,1$ m/nap;

Az altalajvíz mélysége természetes körülmények között: $a = 1$ m;

A víznyerés együtthatója: $\mu = 0,1$;

A fedőrétegben ható nyomás értéke: $h = 0,2$ m;

Az altalajvíz szintjének változása: $\Delta l/\Delta t = 0,01$ m/nap

A talajvízszint beállítandó mélysége: $H = 3$ m;

A leszívási görbe miatt kiszivattyúzandó többlet vízmennyiség: $w = 3000$ m³/ha;

A szivattyú teljesítménye: $Q = 40$ l/sec = 3456 cm³/nap;

A szivattyú működése évente: $T = 270$ nap.

A talaj felszínéről elpárolgó víz mennyisége a fenti adatokból a /2/ egyenletből számítva:

$$E = 0,1 \cdot (0,2/4) + 0,1 \cdot (0,01/1) = 6 \text{ mm/nap}; = 16200 \text{ m/év}$$

ha $T = 270$ nap/év.

A kiszivattyúzandó víz mennyisége évente az /1/ egyenletből számítva:

$$W = [1,62 + 0,1 \cdot (3-1) + 0,1] \cdot 0,3 \cdot 6 \cdot 10 = 11,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3.$$

A szükséges kutak száma a fenti adatok alapján:

$$n = \frac{11,1 \cdot 10^6}{270 \cdot 3456} = 11,9 \approx 12$$

A fenti számításokból következik, hogy minden egyes drénkút $600/12 = 50$ ha területet fog vízteleníteni. Ezeket az értékeket a több éven át végzett szabadföldi kísérletek is igazolták /ALEXANDRIAN, 1955, 1957; ANANIAN et al., 1969; ANANIAN és MKRTCHIAN, 1971; MKRTCHIAN, 1976/.

A vertikális drénrendszer több éven keresztül való működtetése azt mutatta, hogy a talajvíz folyamatos intenzív szivattyúzása még a talaj mesterseges kilúgzása nélkül is talajjavító hatású. A vertikális drén működtetésével:

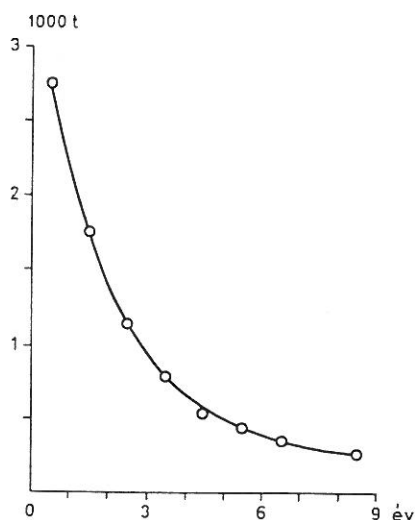
- a felszínhez közeli sós talajvíz szintje lesüllyedt és ezzel megteremtette a talajjavítás szükséges előfeltételét;
- a talajban az aerációs zónában a víz-levegő viszonylag kedvező aránya alakult ki;
- kialakult az altalajvíz lefelé irányuló mozgása, melyhez kapcsolódott a sós altalajnedvesség kilúgzása;
- csökkent a nedvesség párolgása a talajfelszínről és ezzel együtt megsűnt a további sófelhalmozódás a felszíni talajrétegekben.

Az előbbiekkal párhuzamosan a drénezett területről kiszivattyúzott altalajvíz felhasználható a gazdaság más tábláinak öntözésére, a keletkezett öntözővízhiány pótlására. A kiszivattyúzott altalajvíz öntözésre a talajok kilúgzásának megkezdése előtt használható fel. Ezek a drénvizek nem, vagy gyengén sósak, összesség-koncentrációjuk 0,8-2,0 g/l. Felhasználásuknál figyelembe kell azonban venni alkálikus jellegüket.

A drénrendszer intenzív működtetése megváltoztatja a talajvíz természetes periodicitását. Kísérleteink azt mutatták, hogy 3-4 hónapos folyamatos szivattyúzás /40-60 l/sec-os vízhozam/ mellett a drén hatászónájában az altalajvíz szintje észrevehetően süllyedt /ALEXANDRIAN, 1955, 1957; MKRTCHIAN, 1976/. A vertikális drén hatásterületének sugara 650-800 m és 500-600 m, ha az altalajvíz szintje a felszíntől 2 m, illetve 2,5-3 m-re süllyed. Az in-

tenzív szivattyúzással nő a lefelé való vízmozgás. Figyelembe kell azonban azt is venni, hogy a kilúgzás folyamán a hatásfelület domború és ez a drén hatásterületét meghatározó sugár kb. 25 %-os csökkenésével jár. A drénkút hatászónájának sugara a kilúgzás során 350-550 m, átlagban 450 m volt, ami jelzi az altalajvíz szintjének csökkenését.

Sós talajokkal borított területen a drénrendszer hatékonyságát a drénhatásnál jobban jellemzi a kilúgzás hatékonysága, azaz a drénvízzel elvitt sók mennyisége. Szódás-szoloncsák talaj kémiai javítása után a kilúgzás első évében a vertikális drénrendszer minden egyes kútja 2500-3000, a második évben 1500-2000 és a harmadik évben 1000-1500 tonna sót visz ki /1. ábra/.



1. ábra

A drénrendszer hatékonysága. Függőleges tengely: kilúgzott sók mennyisége, 1000 t

Négyéves, évenként 10 hónapos üzemeléssel egy, 50l/sec teljesítményű szivattyú 5600-7200 tonna sót távolíthat el a javítandó területről. A javított talaj hasznosítása során a kilúgzott sók mennyisége csökken. 3-5 éves kilúgzás után használatba vett talajból kezdetben évenként 900-500 tonna a talajból öntözővízzel kilúgzott sók mennyisége. Ez 5-9 év után 500-250 tonna/év értékre csökken. Egy 40 ha-os hatászónával rendelkező drénkút működésének első évében 62-75 t/ha, a negyedik évben pedig 15-29 t/ha sót visz el. Négyéves működtetésével pedig a talajból összesen 140-180 t/ha az elszállított sók mennyisége. Egy tonna só eltávolításához a kilúgzás kezdetén 700-800 m³ víz szükséges. Abban az esetben, ha a terület mocsaras ez a mennyiség 2000-2500 m³ víz. Ugyanez az érték a javított talaj hasznosításának kezdetén 3000-5000 m³. A hasznosítás első évében lucernát vetve, őszi búza takarónövénnyel az őszi búza termés hozama 1,5-3 t/ha, egyes helyeken 3,5-4 t/ha volt. A lucerna hozama az első évben 8,0-9,0 t/ha, a második évben 15-20 t/ha és ugyanannyi a harmadik évben is. A vertikális drén talajjavító hatását mutatja az is, hogy a javított területen a terméseredmények fokozatosan nőnek és a használat-

ha vétel negyedik-ötödik évében 20-50 %-kal volt nagyobb a termés, mint a hasznosítás első évének termése.

Összefoglalva, megállapíthatjuk, hogy a vertikális drén a szódás-szoloncsák talajok javításában és arid régiók, hidromorf területek javított talajainak hasznosítása során az alábbi változásokban játszik meghatározó szerepet:

- az altalajvíz szintjének süllyesztése, a sófelhalmozódás és láposodás megszüntetése, vagy megelőzése;
- a kilúgzás és kilúgzó öntözés során erőteljes sóelszállítás a javított területről;
- a javított, öntözött talajok mezőgazdasági hasznosítása során a talaj sókészletének szabályozása;
- szivattyúzás révén víz biztosítása az öntözővízhiány pótlására.

A sók kilúgzásának számítása szódás-szoloncsák talajok javításakor

A szódás-szoloncsák talajok javítása során semlegesíteni kell a talaj lúgosságát 1 %-os kénsavoldat, vagy porított vas-szulfát adagolásával. A kémiai javítás után következik a sók kilúgzása. Amennyiben a kémiai javításra kénsavoldatot használunk 1 me talajlúgosság semlegesítésére, vagy 1 me kicserélhető nátriumion helyettesítésére, 1 m-es talajrétegben homokos-vályog és könnyű vályog mechanikai összetétel esetén 6,37 t/ha, közepes és nehéz vályog talajoknál 6,62 t/ha, agyag mechanikai összetételű talajoknál pedig 6,86 t/ha savmennyiség szükséges. Vas-szulfát alkalmazásakor az előzővel megegyező sorrendben a kiadagolandó javítóanyag mennyiségei 18,08, 18,77 és 19,47 t/ha /PETROSIAN, 1982/. A kémiai javítóanyagok adagolásával a talaj összessó-tartalma többszörösére nő. Így pl. az 1 m-es talajréteg eredeti 0,3-1 %-os összessótartalma a kémiai javításkor 3-6 %-ra nő, sőt ezt meg is haladhatja /ACHOIAN, 1978; MKRTCHIAN, 1976; PETROSIAN, 1982/. A talaj sókészletének megnövekedése a savadagolás eredménye és ezért a savazott talajok kilúgzásának matematikai leírása új, az ismertektől eltérő módszert igényel. A model kidolgozásához kiindulásul egy fiziko-kémiai hidrodinamikai model szolgál. Ez a model elméletileg megalapozott és többnyire szulfátos, vagy kloridos szoloncsákok kilúgzásánál alkalmazható. Nem alkalmazzák a szódás-szoloncsákok esetében.

A szoloncsák talajok kilúgzási sebessége számítható a kilúgzási sebesség logaritmus sókészlet függvényből, figyelembe véve a kilúgzandó talajréteg vastagságát és egyéb, a kilúgzást befolyásoló tényezőket /ACHOIAN, 1978; PANIN et al., 1976; VOLOBUEV, 1967/. Minden alkalmazott formula tartalmaz egy közös függvényt, amely a kiindulási és maradék sókészlet viszonyának logaritmusát adja meg:

$$F_1 = \ln \frac{S_i}{S_r} \quad /4/$$

A fent említett matematikai model megadja adott talajrétegben a sókészlet változását a kilúgzás alatt, és a kilúgzás mértékét /Q/:

$$Q = P_s \cdot F_1 \quad /5/$$

ahol: P_s = a sóeltávolítás paramétere, ami számos különböző arány összege;
 F_1^S = a kezdeti S_i / és a maradék S_r / sókészlet arányának logaritmus.

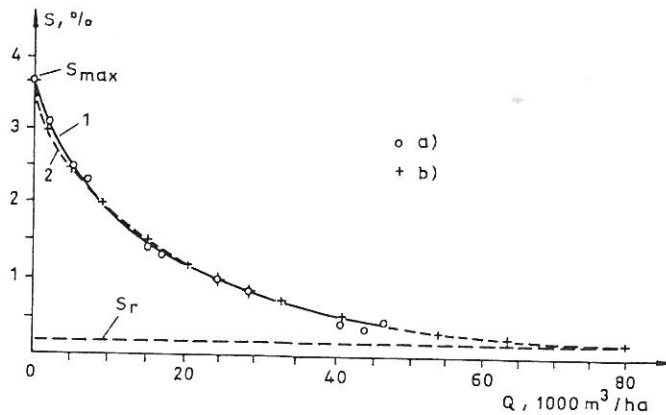
Szódás-szoloncsák talajok kilúgzására a megoldás jóval bonyolultabb, mint szulfátos és kloridos szoloncsákok esetében, mivel számos, egymással párhuzamos kémiai reakciót kell figyelembe venni. Többéves laboratóriumi és szabadföldi kísérletek alapján javasoltuk szódás-szoloncsákok kilúgzásának leírására a már előbbiekből ismert matematikai model alkalmazását úgy, hogy a kilúgzáshoz használt víz mennyiségét azonos formulával, de eltérő függvények bevitelével adjuk meg:

$$Q = P_s \cdot F_1 = P_s \left(S_{\max} \ln \frac{S_{\max} + \sqrt{S_{\max}^2 - S^2}}{S} - \sqrt{S_{\max}^2 - S^2} \right) \quad /6/$$

- ahol: Q = a hasznos kilúgzó víz /figyelembe véve a párolgást és a csapadék mennyiségét/, m^3/ha ;
 P_s = a sószállítás paramétere, m^3/ha ;
 F_1 = függvény [%], melyet a talaj sókészletének változását előidéző folyamatok jellege határoz meg;
 $S_{\max} = S_i + S_{\text{chem}} + S_{\text{lw}}$ = a talaj maximális sókészlete, amely a talaj eredeti sókészletéből $/S_i/$, a javítóanyaggal bevitt sók mennyiségéből $/S_{\text{chem}}/$ és az öntözővízzel bevitt sók mennyiségéből $/S_{\text{lw}}/$ tevődik össze, $g/100 g$;
 S = a talaj sókészlete a kilúgzás adott pillanatában, $g/100 g$.

A talaj sókészletének a javítóanyag beviteléből eredő növekedésének számításánál feltételeztük /PETROSIAN, 1982/, hogy egy tonna 1 %-os kénsavoldat bevitelle 1 m-es talajrétegbe a talaj oldható sókészletét 100 g-onként 18,8 mg-mal növeli.

Az F_1 -függvény szódás-szoloncsákok esetében nem jellemzi kielégítően a kilúgzott talajréteg sókészletének változását, ha azt kémiailag javítjuk. Nyilvánvaló, hogy szulfátos és kloridos szoloncsákok sói gyorsabban kilúgozódnak, mint a szódás-szoloncsákok sókészlete. Ugyanez magyarázza a kilúgzáshoz szükséges vízmennyiségek eltérő voltát a különböző sókat tartalmazó talajok esetében. A talaj sókészletét az adagolt víz függvényében ábrázolva /2. ábra/ kloridos szoloncsákoknál 20-25000 m^3/ha hasznos víz átáramlása



2. ábra

A nehéz, agyag mechanikai összetételű szódás-szoloncsák talaj sótartalmának változása a kilúgzás hatására. a/ Mért adatok; b/ Számított adatok. Függőleges tengely: összes só, %. Vízszintes tengely: hasznos kilúgzóvíz, $1000 m^3/ha$

után stabilizálódik a talaj sókészlete és laposodik el a kilúgzás görbéje. Ugyanez az állapot szódás-szoloncsákoknál 40–50000 m³/ha hasznos víz átáramlása után következik be. Az adatokból következik, hogy az F₁-függvény alkalmazható kloridos és szulfátos szoloncsákok esetében, de nem alkalmazható szódás-szoloncsákokra.

A /6/ egyenletben szereplő sóelszállítás paramétere /P_S/ a hidrogeológiai viszonyoktól függ. Ez azonban igaz minden régióra és minden típusú sófelhalmozódásra. Függ továbbá ez a paraméter az alkalmazott kémiai javítóanyag milyenségétől és a terület drénrendszerének kiépítettségétől, típusától. A sókilúgzási paraméter függvénye a sófelhalmozódás arányának /K_S/ és a sókilúgzás arányának /K_R/:

$$(P_S) = (K_S) \cdot (K_R) \quad /7/$$

A sófelhalmozódás aránya függ a kilúgzott talajréteg maximális sókészletétől a kilúgzás előtt. Azokban az esetekben, ha a talaj maximális sókészlete 2, 3, 4 és 5 % a sókilúgzás paraméterei K = 0,9, 0,65, 0,55 és 0,5. Szabadföldi kísérleteik alapján a szerzők számítani tudták a sókilúgzás mértékét vertikális drén és kénsav együttes alkalmazása esetén különböző mechanikai összetételű szódás-szoloncsákokra /MKRTCHIAN, 1976/. A közepes kilúgzási vízmennyiségek 6000, 7100, 8400 m³/ha a könnyű, és 10000, 11800, 14000 m³/ha a közepes és nehéz vályog, valamint agyag mechanikai összetételű talajok esetében, ha a talajvíz közepes szintje 2,5–3,0 m volt.

Amennyiben a szódás-szoloncsák és szódás-szoloncsákok teljes javítására számítjuk a kilúgzási víz mennyiségét, úgy a /6/ egyenletbe a megengedhető, vagy maradék sótartalom értékét helyettesítjük az S-érték helyébe.

A 2. ábrán bemutatjuk egy szódás-szoloncsák talaj számított és mért Q-értékeinek függvényeit. A talaj nehéz agyag mechanikai összetételű szódás-szoloncsák, melynek kiindulási sókészlete: S₀ = 0,52 %, a maradék sókészlet a kilúgzás után: S₁ = 0,2 %; a talaj kémiai javítására az előírásoknak megfelelően 123 t/ha kénsavat vittünk be, azaz S_{chem} = 0,0188 · 123 = 2,31 %; a kilúgzó vízzel bevitt sók mennyisége S_{1W} = 0,82 %; ennek megfelelően a talaj maximális sókészlete S_m = 3,65 %; a K_S értéke 0,61 %; a K_R értéke 14000 m³/ha. A /6/ egyenletbe az S-értéket S_R-rel helyettesítve az F-függvény értéke 9,46 %. Az F-függvényből számítva az effektív kilúgzó víz mennyisége 79500 m³/ha. Ugyanezekkel a szikesedési értékekkel számítva az effektív kilúgzó víz mennyisége homoktalajnál 34100, nehéz vályog mechanikai összetételű szódás talajnál 47700 m³/ha.

A számított és mért értékeket összehasonlítva /2. ábra/ megállapíthatjuk, hogy

- a két görbe gyakorlatilag azonos, és
- az általunk kidolgozott összefüggés /6. egyenlet/ alkalmas arra, hogy az eddigieknél pontosabban számítsuk a szódás talaj javítás utáni sókészletét, meghatározzuk a kilúgzáshoz szükséges öntözővíz mennyiségét, jellemezzük a javított öntözött terület állapotát és megadjuk hasznosításának lehetőségeit.

Irodalom

- ACHOIAN, G. A., 1978. Calculation of the leaching rate for sodic solonchaks. Izv. Sek'skokhoz. Nauk Armen. SSR. Erevan.
- ALEXANDRIAN, V. V., 1955. Some problems of vertical drainage and drill-hole designing. Thesis. Erevan.

- ALEXANDRIAN, V. V., 1957. Designing of the vertical drainage. Arm. Rep. Min. Agric. Publishing House. Erevan.
- ANANIAN, A. K. et al., 1969. Research on the design of vertical drainage for sodic solonchaks of the Ararat Plain. *Agrokémia és Talajtan.* 18. Suppl. 139-158.
- ANANIAN, A. K. and MKRTCHIAN, S. M., 1971. Experimental data on the use of vertical drainage for leaching sodic solonchaks. In: Drainage used in managing sodic solonchaks. 85-197. Kolos. Moscow.
- KOVDA, V. A., 1965. Alkaline soda-saline soils. *Agrokémia és Talajtan.* 14. Suppl. 15-48.
- KOVDA, V. A. and SAMOILOVA, E. M., 1969. Some problems of soda salinity. *Agrokémia és Talajtan.* 18. Suppl. 21-36.
- MKRTCHIAN, S. M., 1976. Experience in controlling water-salt regime of soda saline and water-logged soils of the Ararat Valley at the vertical drainage background. Author's Abstract. Moscow State Univ. Press.
- MKRTCHIAN, S. M., 1985. Efficiency of vertical drainage in the Ararat Valley. *Proc. Arm. Res. Inst. Water Manag. hydrotechn.* XI. 83-87. Iastan Publishing House.
- PANIN, P. S., DOLZHENKO, I. B. and CHUKANOV, V. I., 1976. Salinization and desalinization processes in soils. *Sib. Sect. USSR Acad. Sci., Novosibirsk. Nauka.*
- PETROSIAN, G. P., 1982. Manual of chemical melioration of sodic solonetz and solonchak soils in the Ararat Valley of the Armenian Republic. Min. Melior. Water Manag. Moscow. USSR.
- SZABOLCS, I., 1965. Salt affected soils in Hungary. *Agrokémia és Talajtan.* 14. Suppl. 275-290.
- SZABOLCS, I., DARAB, K. and VÁRALLYAY, Gy., 1969. Methods of predicting salinization and alkalization processes due to irrigation on the Hungarian Plain. *Agrokémia és Talajtan.* 18. Suppl. 351-376.
- VÁRALLYAY, Gy., 1965. Peculiar case of sodic alkalization in Hungary. *Agrokémia és Talajtan.* 14. Suppl. 333-340.
- VOLOBUEV, V. R., 1967. Quantitative criteria of assessing a salt regime of irrigated and meliorated soils. *Izd. AN Azerb. SSR. Baku.*

S. M. MKRTCHIAN és V. V. ALEXANDRIAN
 Örmény Vízgazdálkodási és Hidrotechnológiai
 Kutató Intézet, Jereván /Szovjetunió/

Érkezett: 1988. április 8.