

Kationkicserélődés a talajban a különböző minőségű öntözővizek hatására

DARAB KATALIN

Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet, Budapest

Az öntözővizek minőségi elbírálásánál figyelembe kell vennünk mindazon talajtani folyamatok jellegét, irányát és mértékét, melyek az öntözővíz és a talaj kölcsönhatásának eredményeként fellépnek, és melyek hosszabb időn át hatva a talaj sajátosságait, végső soron ezeken keresztül termékenységet jelentős mértékben befolyásolják. Az öntözés hatására fellépő talajtani folyamatok közül egyik igen gyakori és elég széles körben vizsgált jelenség az öntözésnek a talajok szikesedési viszonyaira gyakorolt hatása. A talajok vízforgalmának, vízmérlegének megváltozása az öntözés hatására maga után vonja a talaj sóforgalmának, sómérlegének megváltozását [3, 4, 11] s a talaj tulajdonságaitól, valamint az öntözővíz minőségétől és az öntözés körülményeitől függően előidézhetheti a talaj sókészletének növekedését vagy csökkenését [4, 8, 12, 13]. A szikesedés nézőpontjából az egyszerű sófelhalmozódáson és kilúgozáson túlmenően számolni kell azzal is, hogy az öntözővízből a talaj kicserélhető formában nátrium ionokat köt meg, vagy pedig ha ezt a talaj és az öntözővíz összetétele lehetővé teszi, úgy a talaj adja le kicserélhető nátrium ionjainak egy részét a víznek [1, 2, 5, 7, 9]. A kicserélődés szempontjából a talaj-víz rendszert többfázisú rendszernek kell tekintenünk, ahol a talajrészecskék felülete és a vele érintkező talajoldat között az ionok koncentrációjának és adszorpciós energiájának megfelelő dinamikus egyensúly áll fenn. Az öntözés során az öntözővíz hatására a talaj folyadék fázisának, a talajoldat koncentráció viszonyainak változásával változik a kicserélődési egyensúly, a talaj kicserélhető kationjainak összetétele. A kation kicserélődési folyamat jelenlegi ismereteink szerint legjobban a tömeghatás törvényéből levezetett Gapon-féle egyenlettel írható le [7]. Az egyenletet arra az esetre alkalmazza, mikor az öntözővíz nátrium ionjai a talaj kolloidálisan kötött kalciumát és magnéziumát cserélik ki, az következő formában írhatjuk fel:

$$\frac{\text{Na } x}{\text{Ca } x \text{ Mg } x} = K \sqrt{\frac{[\text{Na}^+]}{[\text{Ca}^{++}] + [\text{Mg}^{++}]}} \cdot \frac{1}{2}$$

Az egyenletben Na x; Ca x; Mg x = a talaj kicserélhető kationjainak mennyisége mg eé/100 g talaj

[Na⁺]; [Ca⁺⁺]; [Mg⁺⁺] = a talajoldat ionjainak koncentrációja mg eé/l.

K = állandó, értéke az ionok adszorpciós energiájától és a talaj tulajdonságaitól függ. A fenti ion-kicserélődés esetén a talajtól függően 0,01—0,015.

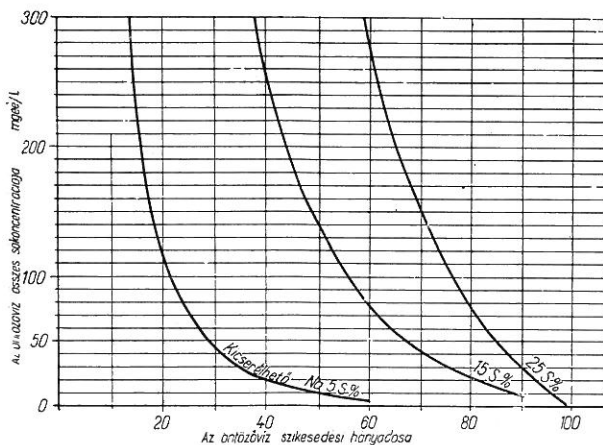
A fenti egyenlet tehát képet ad az ion-kicszerélődés számszerű értékéről, figyelembe véve az ionok adszorpciós energiáját és koncentrációját is. Jól alkalmazható ezért annak elbírálására, hogy a nem szikes, vagy különböző mértékben szolonyecos talajok esetében valamely öntözővíz előidézheti-e a talaj szikesedését, kicserélhető nátriumiontartalmának növekedését vagy éppen fordítva, szikes talaj öntözése esetén várható-e a talaj sziktelenedése, kicserélhető nátriumiontartalmának csökkenése.

Ezt tartva szemelött, javasolja RICHARDS [10] az öntözővizek minőségi elbírálásánál a fenti egyenletben szereplő

$$\sqrt{\frac{[\text{Na}^+]}{[\text{Ca}^{++}] + [\text{Mg}^{++}]}} \text{ arány (melyet}$$

„nátrium adszorpciós aránynak” nevez és SAR-el jelöl) megadását s azt a felhasználhatóság szempontjából fontosnak tartja. A FAO által elfogadott öntözővíz minőségi előírás [6] szintén a Gapon-féle egyenletet tekinti egyik alapvető törvényszerűségnek a kicszerélődés várható értékét a fenti egyenletből számítja és az egyenlet grafikus ábrázolását veszi számításaihoz alapul. A grafikus ábrázolásnál a talaj kicserélhető nátriumion tartalmának adott relatív mennyiségénél, az ordinátára a talaj felületével érintkező talajoldat összes sókoncentrációját mg/l-ben, az abszcisszára pedig az összes sókoncentrációnak megfelelő s adott talajjal egyensúlyt tartó talajoldat nátriumion adszorpciós arányát viszik fel. Az általuk közreadott grafikonok 5 és 15 S % kicserélhető nátriumot tartalmazó talajra vonatkoznak (1. ábra).

Hazai gyakorlatban az öntözővizek minősítésénél az összes oldott sók mg/l-ben megadott mennyisége mellett mindig megadjuk a nátrium sók relatív mennyiségét kifejező szikesedési hányadost, melyet az előbbiekhöz hasonló megfontolások alapján MADOS [9], valamint ARANY [1] vezettek be. Az említett szerzők az öntözésre felhasználható vizek szikesedési hányadosának megállapításánál abból az elvből indulnak ki, hogy az öntözővíz nátriumionjainak megkötődése, annak mértéke a talaj eredeti kicserélhető Na^+ ionjainak mennyiségétől és az öntözővíz nátriumion koncentrációjától függ.



1. ábra.

A Gapon egyenlet grafikus ábrázolása.

Filep a fenti elgondolást tovább fejlesztve a $\frac{Na \times}{Na^+}$ arány bevezetését javasolja annak elbírálására, hogy a talaj szikes tulajdonságait az öntözés milyen irányban változtatja meg.

A hazai öntözések fejlődése szükségessé teszi, hogy a felhasználás körülményeit ismerve, konkrét számításokat végezzünk az öntözővizek várható hatására s azok minőségi normáinak megállapítására, figyelembe véve a víz összes sótartalmát, a sók minőségi összetételét. E cél elérése érdekében felmértük az Alföldön öntözésére használt felszíni vizek minőségét, a sótartalom és a sók minőségének alapján. A sók összetétele alapján megállapítottuk a főbb felszíni víztípusokat (1. táblázat). A vizek kémiai típusba sorolásánál

1. táblázat

Az öntözővizek jellemzése az oldott sók minősége szerint

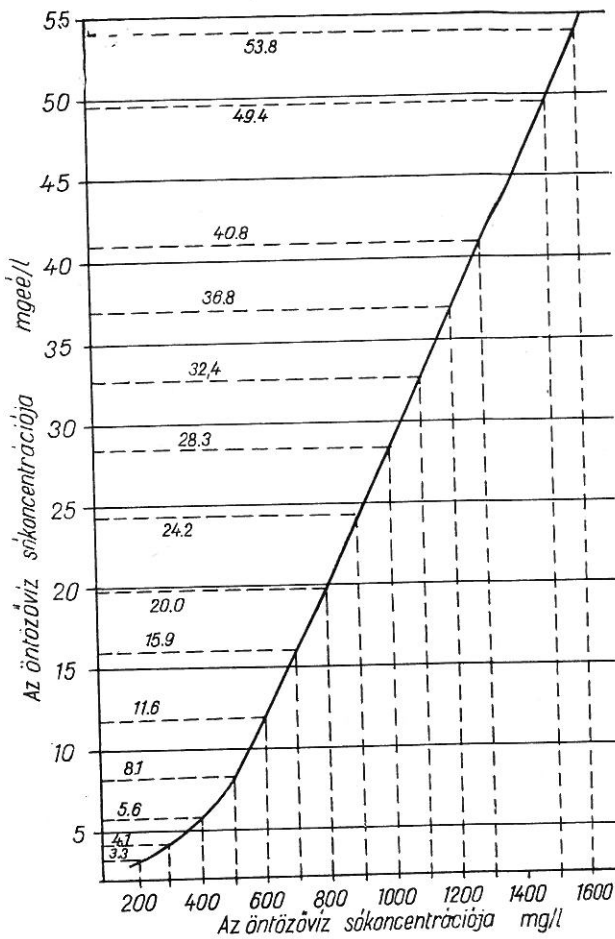
(1) Anionok				(3) A víz típusa
$\frac{[HCO_3^-] + [CO_3^{--}]}{\Sigma[\text{Anionok}]}$	$\frac{[SO_4^{--}]}{\Sigma[\text{Anionok}]}$	$\frac{[Cl^-]}{\Sigma[\text{Anionok}]}$		
mgé/l				
0,5 — 1	0 — 0,25	0 — 0,25	a) hidrokarbonátos	
0,5 — 1	0,25—0,5	0 — 0,25	b) hidrokarbonát-szulfátos	
0,25—0,5	0,5 — 0,75	0 — 0,25	c) szulfát-hidrokarbonátos	
0,25—0,5	0 — 0,25	0,25—0,5	d) hidrokarbonát-klorid-szulfátos	

(2) Kationok			(3) A víz típusa
$\frac{[Na^+]}{\Sigma[\text{Kationok}]}$	$\frac{[Mg^{++}]}{\Sigma[Ca^{++}] + [Mg^{++}]}$		
mgé/l			
0 — 0,35	0 — 0,25	e) kalciumos	
0 — 0,35	0,25—0,5	f) kalcium-magnéziumos	
0 — 0,35	0,5 — 1	g) magnézium-kalciumos	
0,35—0,5	0 — 0,5	h) kalcium-nátriumos	
0,5 — 0,65	0 — 0,5	i) nátrium-kalciumos	
> 0,5	0,5 — 1	j) nátrium-magnéziumos	
> 0,65	0 — 0,5	k) nátriumos	

figyelembe vettük, hogy a különböző nátriumsók nátriumionja különböző mértékben kötődik le a talajban [10], továbbá a sók fiziológiai hatásának különböző mértékét is. Ezek alapján az anionok milyensége szerint az Alföld felszíni vizeit 4 csoportba soroltuk. A 4 csoport közül leggyakoribbak hidrokarbonát-karbonát típusú vizek, majd utánuk a hidrokarbonát-szulfát és hidrokarbonát-klorid típusú vizek következnek a gyakoriság sorrendjében. A szulfát-hidrokarbonát típusú vizek csak kisebb mértékben s főleg helyi jelentőséggel fordulnak elő.

A vizek kationok szerinti felosztásánál, tekintettel arra, hogy a jellemzés az öntözés igényeinek figyelembevételével történt, a nátrium sók relatív mennyiségét, valamint az alkáli-földfém sókon belül a magnéziumsók arányát vettük figyelembe. A nátriumsók relatív mennyiségének számszerű határértékeit a Gapon egyenlet alapján végzett számításokkal állapítottuk meg.

A Gapon-egyenlet alkalmazásánál törekedtünk arra, hogy a hazai gyakorlatban alkalmazott dimenziókkal számoljunk. A felszíni vizek anion szerinti három víztípusánál meghatároztuk a mg/l-ben és a mg é/1-ben kifejezett sókoncentráció közötti összefüggést több éves, az egész Alföldre kiterjedő vízelemzési adatok feldolgozása alapján. Az ábrából jól látható, hogy a három víztípus egyenesének hajlásszöge eltérő, és a legmeredekebb a karbonát típusú vizek esetében. A 2, 3, 4, ábrák, valamint a Gapon egyenlet ábrázolásának (1. ábra) összevetésével készítettük el az 5. ábrát, mely megadja, hogy adott talajoldat mg/l-ben kifejezett sókoncentrációja

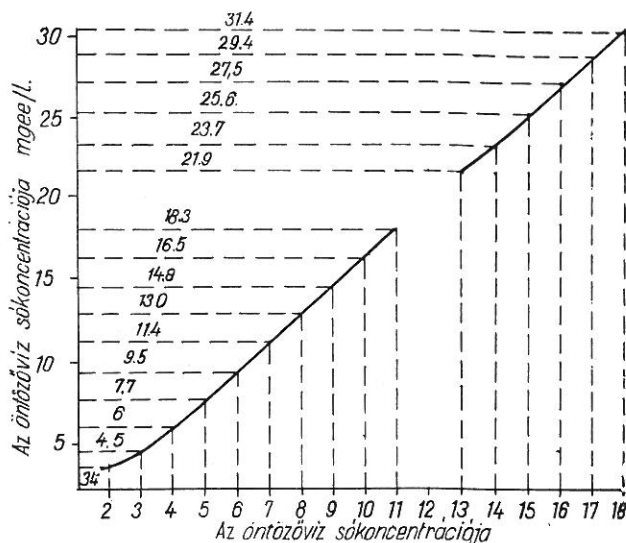


2. ábra.
Hidrokarbonát típusú vizek.

mellett milyen szikesedési hányados ($\text{Na}\%$) mellett tart egyensúlyt a talajjal, ha a talaj kicserélhető nátriumiontartalma 5, ill. 15 S%. Az ábrából kitűnik az is, hogy az egyensúlyi oldat szikesedési hányadosának értéke víztípusonként is változik. Így pl. 1000 mg/l sót tartalmazó, karbonát típusú öntözővíz akkor tart egyensúlyt az 5 S% kicserélhető nátriumot tartalmazó talajjal, ha szikesedési hányadosa 36. Ugyanez az érték karbonát-szulfát típusú víz esetében 44.

A fenti összefüggés alkalmazásánál figyelembe kell azonban vennünk azt is, hogy a kicserélődési egyensúly és az ezt kifejező Gapon-egyenlet is a talajrészecske felület és a vele érintkező talajoldat közötti egyensúlyra érvényes s hogy a talajoldat koncentrációja és összetétele eltér az öntözővíz koncentrációjától és összetételétől. A talajoldat úgy az összes oldott sókat, mint a Na

sókat tekintve rendszerint töményebb, mint az öntözővíz. Ennek oka részben az öntözővíz bepárolódása, részben a növények vízfelvétele. Szikes talajok esetén a fenti hatásokhoz hozzájárul még s azt erősíti a talajban levő sók részleges oldódása. Ezen megállapításnak illusztrálására közlöm egy a szarvasi kísérleti gazdaság rizsteleperéről vett talajszelvény talajadatainak s ugyanezen tábla árasztó vizeinek elemzési adatait (2. táblázat). Az elemzési adatok jól



3. ábra.

Hidrokarbonát-szulfát típusú vizek (a sókoncentrációk 100 mg/literben vannak megadva).

mutatják, hogy a talajoldat sótartalma jelentősen nagyobb, mint az árasztóvízé, s amíg az árasztóvíz összes sótartalma 550 mg/l addig a talajoldat sókoncentrációja 888,3 mg/l volt. Még jelentősebb az eltolódás a nátrium sók relatív mennyiségében, amennyiben az árasztóvíz nátriumszázaléka 39, a talajoldaté a talaj felső 10 cm-ében 76,3 volt. A szelvényben lefelé haladva a talajoldat Na %-a fokozatosan emelkedett és a felhalmozódási szintben már 90-nél nagyobb értéket mutatott. Itt természetesen szerepet játszik a talaj sókészletének oldódása és a kicserélhető nátrium ionok hidrolízise is. Nem hanyagolható el azonban az árasztóvíz fokozatos betöményedése sem.

Az árasztóvíz betöményedését jól szemlélteti a 3. táblázat, mely ugyanazon tábláról különböző időpontokban vett árasztóvizek sókoncentrációját és kémiai összetételét tünteti fel. Ezek alapján megállapíthatjuk tehát azt, hogy a talajoldat és az öntözővíz sókoncentrációja, a sók kémiai összetétele egymástól eltér. Ennek megfelelően a talajba jutó öntözővíz kemizmusa a talajjal való érintkezés során erőteljesen megváltozik. A változások oka a következő:

1. Az öntözővíz fokozatos betöményedése a párolgás hatására;
2. Az öntözővíz koncentrációjának és kemizmusának változása a növény víz- és tápanyagfelvételének eredményeként;
3. A talaj sókészletének oldódása;

4. Kicszerélődés a talaj kolloidálisan kötött kationjai és a talajoldat ionos állapotban levő sói között, valamint a talaj kicszerélhető nátriumionjainak részleges hidrolízise.

A fenti folyamatok eredményeként kialakuló oldat tart egyensúlyt adott összetételű talaj szilárd fázisával.

2. táblázat

Az árasztóvíz és a talajoldat kémiai összetétele szikes talajon
Szelvényszám: Szarvas 8. Mintavétel: 1956. V. 30.

(1) Vizsgált anyag és szintmélység cm	(2) Ned- vesség %	(3) Összes sótartalom mg/l	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	(4) Szikesedési hányados
			mg/l mg eé							
a) Árasztóvíz		550	225,58	—	35,46	166,46	28,23	17,13	31,17	39
			3,698	—	1,00	3,46	1,40	0,70	1,35	
b) Talajoldat 0— 10	37,3	888,31	442,43	18,45	127,64	18,38	35,74	27,26	217,91	76,3
			7,25	0,61	3,60	0,38	1,78	1,14	9,47	
10— 20	33,4	748,91	509,47	—	85,10	23,77	14,30	3,47	112,80	85,2
			8,35	—	2,40	0,49	0,71	0,14	4,90	
20— 40	32,8	795,84	230,58	29,01	163,10	18,38	8,58	13,44	299,95	93,0
			3,78	0,96	4,60	0,38	0,42	0,55	13,04	
40— 60	32,3	1554,84	356,67	36,93	387,19	37,26	11,44	17,78	707,57	95,9
			5,84	1,23	10,92	0,77	0,57	0,73	30,76	
60— 80	28,7	2393,90	438,41	43,53	230,47	983,16	6,43	9,97	681,93	97,5
			7,18	1,45	6,50	20,46	0,32	0,41	29,65	
80—100	31,7	2342,10	421,02	—	594,26	107,42	19,30	20,82	1179,28	96,5
			6,90	—	10,76	2,23	0,96	0,86	51,27	
100—120	30,9	3032,50	430,35	—	471,58	586,36	35,74	124,07	1384,40	89,7
			7,05	—	13,30	12,20	1,78	5,13	60,19	
120—140	28,9	4238,26	383,45	—	892,45	1278,45	7,58	176,95	1499,73	89,4
			6,28	—	25,16	26,61	0,37	7,32	65,21	

Tekintettel arra, hogy a kationkicszerélődés a talaj szilárd és folyadék fázisa között megy végbe, s a kialakuló egyensúly a kettő összetételének függvénye, ahhoz hogy az öntözővíznek a talaj szikesedési viszonyaira való várható hatását közelítőleg helyesen tudjuk értékelni, ismernünk kell az öntözővíz minőségében bekövetkező változások jellegét és mértékét.

A fenti tényezők hatásának mértéke a talaj kémiai tulajdonságain kívül elsősorban a talaj vízgazdálkodási sajátosságaitól függ. Ezt veszi figyelembe GREEN [6], akkor amikor a kationkicszerélődési számításoknál a talajokat két csoportra osztja:

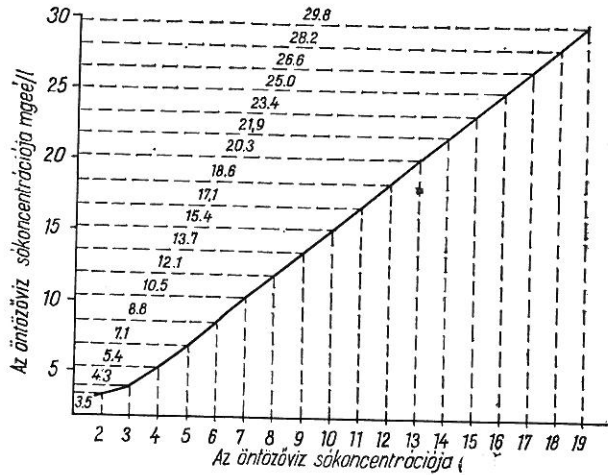
1. Vízáteresztő. 2. Vízet rosszul áteresztő talajokra.

Az ionkicszerélődés számításánál a vizet áteresztő talajok esetében az öntözővíz mg eé/l-ben kifejezett eredeti sókoncentrációjával, vizet rosszul

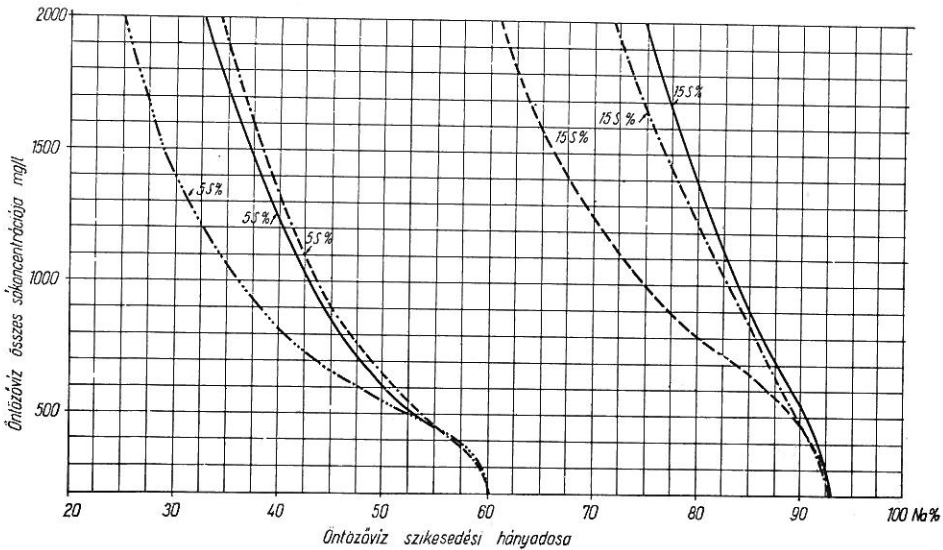
áteresztő talajok esetén pedig annak a tízszeresével számol. A 2. táblázat elemzési adatait összevetve azt látjuk, hogy az ársztóvíz májusban a szelvényben lefelé haladva fokozatosan csökkenő mértékben kb. 60 cm-ig nedvesítette be a talajt.

A kémiai elemzések tanúsága szerint a kationok összes mennyisége az eredeti öntözővízben 3,45 mg $e\acute{e}/l$ volt, a talaj felső 10 cm-ének oldatában 12,39 mg $e\acute{e}/l$, közel 3,6-szor több. A mélyebb rétegekben 20 cm-től lefelé ez az arány még inkább eltolódik s például

a 40–60 cm-es rétegben a talajoldat koncentrációja közel 10-szerese az öntözővíz mg $e\acute{e}/l$ -ben kifejezett koncentrációjának. Az adatok értékelésénél figyelembe kell venni, hogy ez már a szikes talaj „B” szintjének egyensúlyi talajadata. Az öntözővíz és talajoldat mg/l-ben kifejezett összes sókoncentrációját összehasonlítva azt látjuk, hogy a beázás alsó határánál (40–60 cm



4. ábra.
Hidrokarbonát-klorid-szulfát típusú vizek (a sókoncentrációk 100 mg/literben vannak megadva).



..... HCO_3 — $HCO_3 SO_4$ - - - $HCO_3 Cl SO_4$ - - - HCO_3 - - - $HCO_3 SO_4$ — $HCO_3 Cl SO_4$

5. ábra.
Gapon-féle egyenlet ábrázolása különböző típusú vizeknél.

között) közel kétszeresére nő a vizes fázis só koncentrációja. Tehát az elemzési adatok alapján azt kell megállapítanunk, hogy agyagos mechanikai összetételű talajok esetén, ha a kicszerélődés várható mértékét akarjuk számolni, célszerű az öntözővíz eredeti mg/l-ben kifejezett sókoncentrációjának kétszeresét vennünk.

Helyesnek látszik, hogy a GREEN [6] által megadott két csoport helyett, ill. ezen belül további elválasztást tegyünk a következő csoportosítás szerint:

1. Nagy vízvezető képességű, gyengén víztartó képességű talajok;
2. Erős vízvezető képességű, közepesen víztartó képességű talajok;
3. Jó vízvezető képességű, jól víztartó talajok;
4. Közepes vízvezetőképességű, erősen víztartó talajok;
5. Gyenge vízvezetőképességű, erősen víztartó talajok.

Az 1. sz. csoportban tartoznak pl. a Duna—Tisza-köze és a Nyírség homoktalajainak nagyrésze. A 2. sz. csoportba a humuszos homoktalajok, homokos mechanikai összetételű csernozjom és réti csernozjom talajok, a 3. sz. csoportba a vályog mechanikai összetételű nem szikes csernozjomok, réti csernozjomok stb. A 4. sz. csoportba sorolhatók a Tiszántúl réti talajainak nagyrésze. Az 5. sz. csoportba a Tiszántúl szolonyeces réti talajai s réti szolonyecsei.

3. táblázat

Az árasztóvíz sókoncentrációjának változása rizstáblán

(1) Mintavétel ideje	(2) Összes só- tartalom mg/l	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	(3) Szike- sedési hányva- dos
		mg/l mg ec							
V. 30	550	225,58	—	35,46	166,46	28,23	17,13	31,17	39,0
		3,69	—	1,0	3,46	1,40	0,70	1,35	
VIII. 3	670	203,31	—	70,91	231,39	19,30	19,08	86,89	68,2
		3,33	—	2,0	4,81	0,96	0,78	3,77	
VIII. 29	680	182,45	35,52	31,91	376,68	16,44	46,40	86,89	57,9
		2,99	0,44	0,90	7,84	0,82	1,92	3,77	

Az előbb ismertetettekből kiindulva az 1. csoportba tartozó talajféleségeknél a kicszerélődés mértékének számításánál alapul vehetjük az öntözővíz eredeti sókoncentrációját. A 4—5. csoportba tartozó talajféleségeknél az öntözővíz eredeti sótartalmának kétszeresét kell vennünk, míg a közbeeső 2—3 csoportba sorolható talajoknál célszerűnek látszik az öntözővíz eredeti sókoncentrációjának másfélszeresével számolnunk. Természetesen az így kapott talajoldat koncentrációk csupán közelítőleg felelnek meg a természetes viszonyoknak és egy további feladat az öntözővíz és a talajoldat kemizmusa, valamint a talaj tulajdonságai közötti összefüggés megállapítása.

Az előzőekben ismertetett számítás azonban jó közelítést ad a különböző talajokon felhasználható öntözővíz milyenségére.

Az 5. sz. ábrában közölt grafikus összefüggés mutatja azt, hogy minél kisebb valamely víz sókoncentrációja, annál nagyobb Na %-ot engedhetünk meg anélkül, hogy a szikesedés veszélye fennállna. Így pl. nem szikes homok talajon, ha a víz hidrokarbonát-karbonát típusú 500 mg/l sókoncentrációnál

52 Na % még engedélyezhető, 1000 mg/l sótartalom esetén ugyanazon körülmények között már csak 35% lehet a Na só relatív mennyisége a vízben. Ugyanazok az értékek pl. nem szikes agyag mechanikai összetételű réti talaj esetén 500 mg/l 35 Na % ill. 1000 mg/l 27,5 Na %.

Igen jelentős az eltérés az öntözővíz hatásában attól függően is, hogy a talaj nem szikes, vagy milyen mértékben szikes. Így pl. egy hidrokarbonát-karbonát típusú víz 1000 mg/l sótartalomnál agyag mechanikai összetételű talajon (a sókoncentráció 2-vel szorzandó), ha az nem szikes, 25 Na %-nál nagyobb relatív nátrium sótartalom esetén már szikesít, míg abban az esetben, ha a talaj felső rétegében a kicserélhető Na ionok mennyisége eléri vagy meghaladja az „S” érték 15%-t, ugyanezen sótartalom mellett még akkor is szikelenít, ha az öntözővízben levő összes sók 60%-a nátrium-só.

Összefoglalás

1. Az öntözővizek minőségének előírásánál figyelembe veendő a talaj és talajoldat között végbemenő kationkicserélődés iránya és mértéke. A fenti folyamat jelenlegi ismereteink szerint leginkább a Gapon féle egyenletben leírt összefüggéssel írható le.

2. A Gapon egyenlet grafikus ábrázolása lehetőséget nyújt arra, hogy megadjuk egy adott összetételű talajjal egyensúlyt tartó talajoldat összes sótartalmát és szikesedési hányadosát (1. ábra).

3. A különböző anion összetételű vizeknél statisztikusan feldolgoztuk, hogy a mg eé/l-ben kifejezett összes sókoncentráció milyen mg/l-ben kifejezett sókoncentrációnak felel meg. Az adatok grafikus ábrázolása során nyert egyenesek hajlásszöge a különböző anion összetételű vizeknél eltérő volt (2, 3, 4 ábra).

4. Az 1, 2, 3, 4 ábrák összedolgozásával nyert ábra (5. sz. ábra) megadja az 5 és 15 S %-ig ionnal telített talajjal egyensúlyt tartó talajoldat összes sótartalmát (mg/l-ben kifejezett) és Na%-át a különböző anion típusú vizek esetében.

5. Ha ezt az összefüggést az öntözővizek minősítésénél kívánjuk felhasználni, figyelembe kell venni azt, hogy a talajoldat és az öntözővíz összetétele erősen eltér a talajoldat sótartalma és szikesedési hányadosa rendszerint nagyobb mint az öntözővízé. Gyakorlatilag jó közelítő értéket kapunk, ha az öntözővíz mg/l-ben kifejezett összes sókoncentrációját az öntözendő talaj vízvezető és víztartó képességétől függően 1; 1,5; 2-es faktorial szorozzuk.

6. Az így nyert összefüggések jól mutatják, hogy azonos vízgazdálkodású talajon minél kisebb az öntözésre felhasználandó víz összes sótartalma, annál nagyobb Na %-ot engedhetünk meg és fordítva. Kifejezi a nem szikes és különböző mértékben szikes talajok eltérő igényét is az öntözővíz minősége iránt.

Érkezett: 1961. november 30.

Irodalom

- [1] ARANY, S.: Adatok az alföldi kútvezek kémiai összetételének ismeretéhez. Mezőgazd. Kut. **10.** 107—108. 1937.
 [2] ARANY, S.: A szikes talaj és javítása. Mezőgazd. kiadó. Budapest. 1956.
 [3] DARAB, K.: Issledovanie processzov vtoriesnogo zasolenija na nyekotorih pocsvah zatiszja. Acta Agron. Hung. **9.** 363—405. 1959.

- [4] DURAND, J. H.: Contribution à l'étude des sols irrigés. Trav. Sect. Pédologie et Agrolgie. Clairbois. Birmandreis. Bull. 6. 1960.
- [5] GEDROIC, K. K.: Izbrannie Szocsinenija I—II. Szelyhozgiz. Moszkva. 1955.
- [6] GREEN, H.: Using Salty Land. Food Agric. Org. Stud. No. 3. Roma. 1953.
- [7] KELLEY, W. P.: Cation Exchange in Soils. Reinhold. New York. 1948.
- [8] KOVDA, B. A.: Proiszhozsdennije i rezsim zasolennih pocsv. I—II. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1946.
- [9] MADOS, L.: Az öntözővizek vizsgálata és minősítése. Mezőgazd. Kut. 12. 121—131. 1940.
- [10] RICHARDS, L. A.: Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agric. Handbook No 60. US Dept. Agric. Washington. 1954.
- [11] SIGMOND, E.: A szikképződés törvényeiről, a javítás szempontjából. Mezőgazd. Kut. 2. 272. 1929.
- [12] SZABOLCS, I.: A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. Akad. kiadó. Budapest. 1961.
- [13] SZABOLCS, I. & DARAB, K.: Az oldható sók dinamikája öntözött talajokban. Agro-kémia és Talajtan 4. 251—264. 1955.

Обмен катионов в почве под действием оросительных вод различного качества

К. ДАРАБ

Научно-исследовательский институт водного хозяйства, Будапешт

Резюме

1. Для оценки качества оросительных вод с учетом влияния орошения на содержание солей в почве и состав обменных катионов, даются следующие показатели:

а) общее содержание солей в оросительной воде (в мг/литр).
 б) % натрия в оросительной воде (содержание солей натрия в оросительной воде, в процентах от общего количества растворенных солей).

в) Щелочность оросительной воды, выраженная в соде.

2. Ожидаемое действие оросительной воды на состав обменных катионов почвы с наибольшей приближенностью можно рассчитать по уравнению Гапона. Для того, чтоб мы могли связать уравнение с показателями, приведенными в пункте 1., нужно знать тип воды по анионам, взаимосвязи между выраженными в мг/литр и мг экв/литр концентрациями солей по типам. Воды поверхностного стока Венгрии на основе состава растворенных в них солей можно отнести к следующим типам:

- гидрокарбонатные-карбонатные
- гидрокарбонат-карбонат-сульфатные
- гидрокарбонат-карбонат-хлорид-сульфатные
- сульфат-гидрокарбонат-карбонатные.

Последним можно пренебречь, он имеет только местное значение. Определив для указанных выше вод анионного типа взаимосвязь между концентрациями солей, выраженными в мг/литр и мг экв/литр и изобразив эту взаимосвязь графически, можно установить, что угол отклонения полученных линий неодинаков для вод с различным составом анионов (рис. 2, 3, 4).

3. Рис. 5., сделанный путем сопоставления графически изображенной зависимости, полученной на основе уравнения Гапона и рисунков 2, 3 и 4, показывает общее содержание солей (в мг/литр) почвенного раствора, находящегося в равновесии с почвой насыщенной ионами до 5 и 15 „S” и процент натрия для вод с различным составом анионов.

4. Если мы эту зависимость желаем использовать при оценке качества оросительных вод, следует учесть, что состав почвенного раствора и оросительной воды сильно отличается и что в почвенном растворе содержание солей и процент натрия как правило более высокие, чем в оросительной воде. Причины последнего кроются в следующем:

- постепенное увеличение концентрации оросительной воды вследствие испарения,
- изменение концентрации и химизма оросительной воды в результате усвоения воды и питательных веществ растениями,

в) растворение запаса солей, почвы,

г) обмен между коллоидально связанными катионами почвы и ионизированными солями почвенного раствора, а также частичный гидролиз ионов обменного натрия почвы.

Подробное выяснение действия описанных выше процессов является нашей следующей задачей. Практически, на основе имеющихся данных, (табл. 2, 3) примерные величины можно получить, умножая общую концентрацию солей в оросительной воде (выраженную в мг/литр) на коэффициент 1; 1,5; 2 в зависимости от водопроницаемости и влагоемкости почвы.

5. Полученные таким путем зависимости наглядно показывают, что на почвах с одинаковыми воднохозяйственными свойствами, можно допустить наличие тем большего процента натрия в оросительной воде, не опасаясь засоления, чем ниже общее содержание солей в используемой для орошения воде, и наоборот. Они также выражают требования, предъявляемые к оросительной воде, используемой на незасоленных и в разной степени засоленных почвах.

Табл. 1. Характеристика оросительных вод по качеству растворенных солей. (1) Анионы. (2) Катионы. (3) Тип воды. а) гидрокарбонатная, б) гидрокарбонат-сульфатная, в) сульфатно-гидрокарбонатная, г) гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатная, д) кальциевая, е) кальциево-магниево-натриевая, ж) натриево-магниево-натриевая, з) натриево-магниево-натриевая, и) натриево-магниево-натриевая, к) натриевая.

Табл. 2. Химический состав оросительной воды и почвенного раствора на засоленной почве (Номер разреза: Сарваш 8. Взятие образцов почвы 30. V. 1956). (1) Исследованный материал и глубина взятия образца в см. а) оросительная вода, (почвенный раствор. (2) Влажность %. (3) Общее количество солей мг/литр. (4) Процент натрия.

Табл. 3. Изменение концентрации солей оросительной воды на рисовом поле. (1) Срок взятия образца. (2) Общее содержание солей. (3) Процентное содержание натрия.

Рис. 1. Графическое изображение уравнения Гапона. Вертикальная ось: Общая концентрация солей в оросительной воде в мг экв/литр. Горизонтальная ось: Процент натрия в оросительной воде.

Рис. 2. Воды гидрокарбонатного типа. Вертикальная ось: Концентрация солей в оросительной воде в мг экв/литр. Горизонтальная ось: Концентрация солей в оросительной воде в мг/литр.

Рис. 3. Воды гидрокарбонатно-сульфатного типа. Обозн. см. рис. 2.

Рис. 4. Воды гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатного типа. Обозн. см. рис. 2.

Рис. 5. Изображение уравнения Гапона для вод различных типов. Вертикальная ось: Концентрация солей в оросительной воде в мг/литр. Горизонтальная ось: Процент натрия в оросительной воде.

Cation Exchange in Soils Treated with Irrigation Waters of Different Qualities

K. DARAB

Research Institute for Water Resources, Budapest

Summary

1. Irrigation waters are suggested to be characterized by the following three data when considering their effects on the salt content and exchangeable cation pattern of the soil:

- a) total salt content in mg/l,
- b) Na-salt content in per cent of the total,
- c) phenolphthalein-alkalinity of the irrigation water expressed in Na_2CO_3 equivalents.

2. At present the equation of Gapon is the best possible approach to calculate the expected effect of irrigation water on the exchangeable cation pattern of the soil. To be able to utilize in this calculation the data given under 1/a to 1/c, the anion-type of the irrigation water and the relation between salt concentrations in mg/l. and in mg. equivalent/l. in each type should be pre-determined. The following anion-types could be distinguished among the Hungarian surface waters studied:

- a) hydrocarbonate-carbonate
- b) hydrocarbonate-carbonate-sulfate
- c) " " -chloride-sulfate
- d) sulfate-hydrocarbonate-carbonate.

The latter was rarely encountered and its occurrence was localised to a small region.

The relation between salt concentrations in mg/l. and mg. equivalent/l. were computed for the above four anion-types and the first three are shown in Figs. 2, 3 and 4. All three curves show linear relationships but their slopes are different.

3. Fig. 5, constructed by using the relationships shown in Figs. 1 to 4, shows the total salt content and % Na content of the soil solutions standing in equilibrium with soils saturated with anions to 5 and 15%, resp., and their dependence on the anion type of the original irrigation water.

4. The latter relation, however, can not be directly applied to the qualification of irrigation waters. The composition of the soil solution is widely different from the irrigation water, total salt content and per cent Na-content of the soil solution being generally the higher. This might be explained by the following considerations:

a) gradually increasing concentration of the irrigation water brought about by evaporation,

b) changes in the composition and concentration of the irrigation water due to mineral and water uptake by the plants,

c) solution of the salt content of soil, and

d) exchange between the cations adsorbed on soil colloids and those of the soil solution as well as a partial hydrolysis of the exchangeable Na ions of the soil.

A detailed study of these processes is a future task. For practical purposes adequate values might be obtained by multiplying the total salt concentration of the irrigation water with a factor of 1, 1.5, or 2. The choice of a suitable factor is dependent on the water permeability and water retaining capacity of the soil to be irrigated as shown by some preliminary data (Tables 2 and 3).

5. It is shown that when the water regime of the soils is the same, higher per cent Na-content of the irrigation water is permissible without the danger of salt damage to the soil if its original total salt concentration is lower. Furthermore, the differences in the composition of the irrigation waters most suitable for the irrigation of soils of different salt contents are also indicated.

Captions

Table 1. Characterization of irrigation waters in respect to their salt content. (1) Anions. (2) Cations. (3) Type of the irrigation water: a) hydrocarbonate, b) hydrocarbonate-sulfate, c) sulfate-hydrocarbonate, d) hydrocarbonate-chloride-sulfate, e) calcium; f) calcium-magnesium, g) magnesium-calcium, h) calcium-sodium, i) sodium-magnesium, j) sodium.

Table 2. Composition of the irrigation water and of the soil solution of a saline soil. (Profile No. Szarvas, 8. sampling date: 30th May, 1956.) (1) Component determined and depth of the layer, cm. a) irrigation water, b) soil solution. (2) Per cent moisture content. (3) Total salt content, mg./l. (4) Salt index.

Table 3. Changes in the salt concentration of the irrigation water of a rice field. (1) Sampling date. (2) Total salt content. (3) Salt index.

Fig. 1. The relationship of Gapon. Ordinate: total salt content of the irrigation water. Abscisse: salt index of the irrigation water.

Fig. 2. Irrigation waters of the hydrocarbonate type. Ordinate: salt concentration in mg. equivalent/l. of the irrigation water. Abscisse: salt concentration in mg./l. of the irrigation water.

Fig. 3. Irrigation waters of the hydrocarbonate-sulfate type. Abscisse and ordinate as in Fig. 2.

Fig. 4. Irrigation waters of the hydrocarbonate-chloride-sulfate type. Abscisse and ordinate as in Fig. 2.

Fig. 5. The relationship of Gapon for same types of irrigation waters. Abscisse: total salt concentration in mg./l. Ordinate: salt index.