

## A sós víz öntözés hatása a talajra és a növényre

J. S. P. YADAV

*Központi Szikes Kutató Intézet, Karnal (India)*

Indiában mintegy 44,7 millió ha mezőgazdaságilag művelt területet öntöznek különböző forrásokból. További erőfeszítések történnek az öntözési potenciál növelésére és mind nagyobb területeknek öntözésre történő berendezésére. Ennek ellenére, hogy a rendelkezésre álló összes vízkészletet teljes mértékben kihasználják, az ország mezőgazdaságilag művelt területének még mindig 50%-a nem kerül öntözésre.

A jelenleg öntözés alatt álló területnek mintegy egyharmadát felszínalatti vizekkel öntözik. RAGHAVA RAO és munkatársai [9] becslése szerint, az összes talajvízkészlet 426 milliárd  $m^3/év$ , de a talajvíz utánpótlódása a szikes területeken csak mintegy 2,4 milliárd  $m^3/év$ -et tesz ki. A különböző veszteségeket figyelembevéve az ország területén hozzáférhető, felhasználható talajvízkészlet 203,6 milliárd  $m^3/év$ -re becsülhető [3]. A helyzet még rosszabb a száraz és félszáraz területeken, ahol a talajvíz képezi az öntözővíz készletek nagyobb részét. Ezek a területeken sok helyen nem áll rendelkezésre más öntözővízforrás, a talaj pedig gyakran gyenge minőségű.

Több szerző közül a talajvizek minőségére vonatkozóan részletes adatokat India különböző államaiból [1, 2, 6, 7, 12]. A többéves szabadföldi tapasztalatok szerint, könnyű mechanikai összetételű talajokon az általánosan elfogadott normák szerint kérdéses minőségű öntözővíz bizonyos határokon belül használható öntözésre káros hatás nélkül, feltéve ha megfelelő művelési rendszert alkalmaznak és maximálisan kihasználják az esővíz általi kilúgzást [4, 5, 8, 10, 11].

A sós öntözővíz hatása nagymértékben függ a talaj mechanikai összetételétől és más talajtulajdonságoktól, a drénviszonyoktól, az éghajlattól, a termesztett növényfajtától az öntözővíz összetételétől, talajvízszint mélységétől stb. Ezek a körülmények nagymértékben különböznek Indiának azokon a területein, ahol legfőképpen a talajvízből öntöznek.

Nem történt rendszeres adatgyűjtés azzal kapcsolatban hogyan hat a gyenge minőségű öntözővíz a talajra és a növénytermesztésre.

Ezen hatások megfelelő ismerete rendkívül értékes annak eldöntésében, használható-e — megfelelő óvatossággal — egy adott minőségű felszín alatti víz egy bizonyos területen a talaj típusától és a termesztett növényfajtától függően. Ezt a tényt szem előtt tartva kísérleteket folytattunk Jobner, Kanpur, Canning, Indore és Siruguppa területen az Összindiai Vízgazdálkodási és Szikesedési Koordinált Kutatási Terv keretében. Ennek eredményeit közöljük jelen dolgozatunkban.

### Anyag és módszerek

A kísérleteket mikroparcellákon végeztük. A parcellák mérete Siruguppán  $1\text{ m} \times 2\text{ m}$ , Jobneren  $1,25 \times 1,25\text{ m}$ , Indore területen  $2,5\text{ m} \times 2,0\text{ m}$  volt. A parcellákat egymástól 60 cm mélységig polietilén lappal választottuk el, hogy megakadályozzuk a víznek egyik parcellából a másikba történő szivárgását. A különböző minőségű öntözővizeket mesterségesen állítottuk elő,  $4 : 1\text{ Na}^+ : \text{Ca}^{2+}$  arány és  $2 : 1 : 1\text{ Cl}^- : \text{SO}_4^{2-} : \text{HCO}_3^-$  arány beállításával. Abban az esetben, ha a  $\text{SO}_4^{2-}$  és  $\text{Cl}^-$  ionok mennyisége 30 illetve 10 mgé/1-nél több volt, helyette tisztán  $\text{Cl}^-$  anionú sókkal kezeltük az öntözővizet.

1. táblázat

A kísérleti helyek és éghajlati jellemzői

(1) Kísérleti hely	(2) T a l a j	(3) Csapadék mm	(4) Hőmérséklet °C	(5) Talajvíz mélysége
Jobner	a) Mély homok — vályogos homok	500	max: 47,0 min: 3,0	18—22 m, 5 m-nél kisebb évszakos ingadozással
Kanpur	b) Homokos vályog	600—1000	max: 46,0 min: 4,1	2,5—7,0 m
Indore	c) Közepes fekete gyapot talaj (50% agyag)	750—1000	max: 39,4 min: 9,8	1,85 m nyáron; csapadék esetén eléri a felszínt
Siruguppa	d) Közepesen nehéz fekete agyag talaj	520	max: 42,5 min: 10,0	Ingadozik az év folyamán
Canning	e) Tengerparti talaj (iszapos vályog — és iszapos agyagos vályog közötti mechanikai összetétellel)	1581	12,8 és 14,5 min. között	1,5 m nyáron; csapadék esetén eléri a felszínt

A kontroll a hozzáférhető legjobb minőségű öntözővíz volt. A vizsgált területekre vonatkozó megfelelő talaj, éghajlati (csapadék, hőmérséklet) és talajvízszint adatokat az 1. táblázatban közöljük. A különböző években, a különböző minőségű öntözővizek használata során kapott terméseredményeket, illetve a standard módszerekkel végzett talajelemzések eredményeit feljegyeztük.

### Kísérleti eredmények

#### Termésre gyakorolt hatás

A különböző kísérleti helyeken, különböző minőségű öntözővizek alkalmazása után kapott terméseredményeket a 2. táblázatban közöljük.

Az eredmények alapján megállapítható, hogy Jobner terület homoktalaján 8 mmhos/cm-nél kisebb elektromos vezetőképességű öntözővíz nem fejtett ki káros hatást. 8 mmhos/cm feletti vezetőképességű öntözővíz használata során a búza szemtermése mindkét évben fokozatosan csökkent. Vályog me-

2. táblázat

A különböző minőségű öntözővizek hatása a gabona szemtermésére q/ha

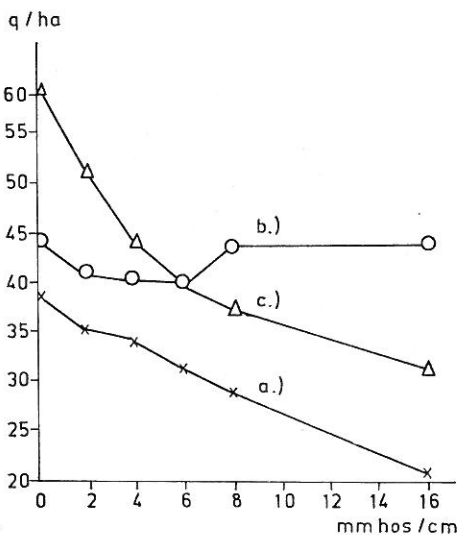
(1) Kísérleti hely	(2) Kísérleti növény	(3) A kísérlet ideje	(4) Öntözővíz minőség (elektromos vezetőképesség, mmhos/cm)								SZD 5%
			Kontroll								
			2	4	6	8	12	16			
Jobner	a) Búza <i>Kalyan Sona</i>	1971—72 tél	23,4	24,5		23,8	21,5		21,9		
	a) Búza <i>Kalyan Sona</i>	1972—73 tél	30,9	31,7		33,0	30,0		28,1	2,7	
Kanpur	a) Búza <i>S. Sonora</i>	1971—72 tél	38,7	37,0	35,7	32,5			32,0		
	b) Kukorica <i>Ganga-5</i>	1972 monszun	59,4	41,9	41,2	40,9			17,5	11,7	
	a) Búza <i>S. Sonora</i>	1972—73 tél	36,2	34,4	33,1	32,5			15,0		
Indore	a) Búza <i>Kalyan Sona</i>	1971—72 tél	44,1	40,9	40,1	43,7			43,8	Nem szign.	
	b) Kukorica <i>Ganga-5</i>	1972 monszun	59,7	44,2	39,8	37,7			31,2	4,6	
	a) Búza <i>Kalyan Sona</i>	1972—73 tél	39,1	35,2	31,4	28,8			20,7	2,8	
Sirugruppa	a) Búza <i>UP-301</i>	1971—72 tél	28,6	30,5	29,2	24,7			21,3	5,7	
	c) Cirok <i>CSH-3</i>	1972 monszun	41,7	27,0	21,2	13,9			4,4	10,9	
	a) Búza <i>UP-301</i>	1972—73 tél	15,3	11,2	12,2	3,8			0,4	3,8	
Canning	a) Búza <i>Kalyan Sona</i>	1972—73 tél	21,6 (17,6)	14,5	10,3	8,3 (8,2)			0,4 (1%-on)		

A termesztett növények a különböző évszakokban azonos parcellákon nőttek a különböző kísérleti helyeken, de Jobner-on a helyet megváltoztattuk.

A zárójelben levő számok Canning kísérleti helyen a 3, illetve 10 mmhos/cm vezetőképességű öntözővíz használata után mutatkozó terméseredményeket jelentik.

chanikai összetételű öntéstalajon Kanpur területen, a búza szemtermése 1971–72 tél folyamán csökkenő tendenciát mutatott az öntözővíz sótartalmának növekedésével, különösen 8 mmhos/cm vezetőképesség felett.

Indore területén a fekete nehéz agyagtalajokon, a kezelés utáni első búzákultúra szemtermésének alakulásában nem mutatkozott szignifikáns különbség a különböző minőségű öntözővizek hatására, de a talaj sótartalmának a búzatermés learatása utáni növekedése eredményeként a betakarítást követő kukorica és búza kultúrák termése szignifikánsan csökkent az öntözővíz sótartalmának növekedésével. A csökkenés mértéke a kukoricánál a búzával összehasonlítva nagyobb volt. A különböző minőségű öntözővizek termésre gyakorolt hatását az 1. ábra mutatja. Siruguppa terület nehéz fekete agyagtalaján az első búzákultúra szemtermése csak 8 és 16 mmhos/cm vezetőképességű víz alkalmazása esetén mutatott



1. ábra

Különböző minőségű öntözővizek hatása a gabona szemtermésére (q/ha) Indore területén. Vízszintes tengely: öntözővíz minősége (elvezető képesség mmhos/cm). Függőleges tengely: Szemtermés (q/ha). a) Búza (*Kalyan sona* fajta) 1972–73 tél; b) Búza (1971–72 tél); c) Kukorica (*Ganga* fajta) 1972 monszum idején

talaján a talaj pH értéke nem változott nagyobb mértékben, de a gyenge minőségű öntözővíz hatásának következményeképpen fokozatos sófelhalmozódás tapasztalható a talajszelvényben. A sófelhalmozódás jóval kifejezettebb volt 6 mmhos/cm, vagy annál nagyobb vezetőképességű öntözővizek hatására; a talajban mért elektromos vezetőképesség elérte a 10–12 mmhos/cm-es értéket, 16 mmhos/cm vezetőképességű öntözővíz hatására. A kicserélhető  $\text{Na}^+$  relatív mennyiségében az első évszakban kevés változást tapasztaltunk, amelynek nem volt gyakorlati következménye. A termés mennyiségének az öntözővíz sótartalma növekedésével bekövetkező csökkenése nyilvánvaló következménye

fokozatos csökkenést, éles csökkenés mutatkozott azonban a rákövetkező cirok-, illetve búzákultúrák terméseredményeiben az öntözővíz sótartalma növekedésével. Igen gyenge terméseredményeket kaptunk 8 és 16 mmhos/cm vezetőképességű öntözővíz használatkor, különösen az utóbbi esetben. Canning terület tengerparti sós talaján az első búzavetés termése szignifikánsan csökkent az öntözővíz sótartalmának növekedésével. Az eredmények tehát azt mutatják, hogy a gyenge minőségű öntözővíznek a növények termésére gyakorolt káros hatása nem olyan kifejezett az öntözés utáni első, mint a rákövetkező kultúrák termésénél. Könnyű mechanikai összetételű talajokon gyenge minőségű öntözővizek nagyobb biztonsággal használhatók a nehéz mechanikai összetételű talajokhoz viszonyítva.

### A talajra gyakorolt hatás

A különböző minőségű öntözővizeknek Indore és Siruguppa területek talajtulajdonságaira gyakorolt hatását a 3. táblázat adatai mutatják. Indore

3. táblázat

Az öntözővíz különböző minőségének hatása a talajtulajdonságokra

(1) Kísérleti hely és vizsgált tulajdonság	(2) Szelvény mélység cm	(3) Öntözővíz minőség (elektromos vezetőképesség mmhos/cm)					
		0,5	2	4	6	8	16
<i>Indore</i>							
A) Telítési kivonatban mért elektromos vezetőképesség (mmhos/cm)							
a) Kísérlet kezdetén							
	0—15	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	15—30	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	30—45	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
b) Búza után 1971—72							
	0—15	0,8	2,1	3,0	3,6	4,3	7,6
	15—30	0,5	1,4	2,1	2,2	2,5	3,8
	30—45	0,6	1,1	3,3	3,9	4,4	4,9
b) Búza után 1972—73							
	0—15	0,8	2,1	3,2	7,0	7,9	12,4
	15—30	0,8	2,5	3,3	6,7	7,6	11,3
	30—45	0,7	2,1	2,8	6,3	7,7	10,3
B) Kicsérélhető Na <sup>+</sup> % (ESP)							
b) Búza után 1972—73							
	0—15	0,5	1,2	2,2	2,9	3,7	4,6
	15—30	0,5	1,2	1,8	2,7	3,2	4,2
	30—45	0,4	1,0	1,9	3,5	3,5	4,4
pH							
b) Búza után 1972—73							
	0—15	7,1	7,1	7,2	7,2	7,5	7,6
	15—30	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,3
	30—45	7,1	7,2	7,2	7,2	7,3	7,3
<i>Siruguppa</i>							
A) Telítési kivonatban mért elektromos vezetőképesség (mmhos/cm)							
c) Cirok aratása után							
	0—30	1,0	2,1	2,3	—	3,8	6,2
B) Kicsérélhető Na <sup>+</sup> % (ESP)							
c) cirok aratása után							
	0—30	4,4	15,8	15,8	—	17,1	21,2

a talajban bekövetkező sófelhalmozásnak. A különböző minőségű öntöző vizeknek a talaj sótartalma alakulására gyakorolt hatását a 2. ábra mutatja. Siruguppa területen az öntözővíz sótartalma növekedésével a talaj is fokozatosan elszikeresedett, ahogy ezt a talajban mért vezetőképesség valamint kicsérélhető Na<sup>+</sup>% (ESP) értékek bizonyítják. Ez a terméseredmények csökkenésének is a fő oka.

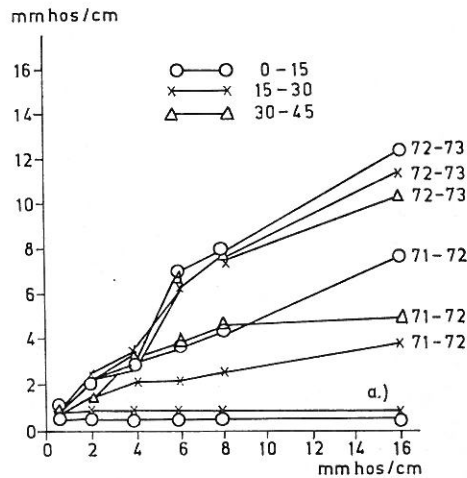
A különböző minőségű öntözővizeknek a búzanövény különböző növekedési stádiumaiban történő alkalmazása hatását külön tenyészedenkísérletben vizsgáltuk, Siruguppa területen nehéz fekete agyagtalajon. A 4. táblázatban bemutatott adatok szerint, az öntözővíz növekvő sótartalmának a szemtermésre gyakorolt káros hatása akkor volt a legkifejezettebb, ha csírázáskor történt az öntözés. A terméseredményre gyakorolt káros hatás észrevehető volt akkor is, ha a sós öntözővizet a virágzási stádiumban használtuk. Ez a vizsgálat megerősíti az előbbi megállapítást a talajban a 8 és 16 mmhos/cm vezetőképességű öntözővizek használata során bekövetkező nagyfokú sófelhalmozódásra vonatkozóan.

4. táblázat

Az öntözővizek különböző minőségének a búzanövény különböző fejlődési stádiumaiban gyakorolt hatása a szemtermésre és a talaj sótartalmára Siruguppa kísérleti területen

(1) Öntözővíz minősége, elektromos vezetőképesség mmhos/cm	(2) Növekedési stádium				
	(3) 0-5 nap	(4) Gyökeresedés 15-25 nap	(5) Bokrosodás 35-45 nap	(6) 50% virágzás	(7) Tejesérés 75-85 nap
A) Szemtermés g/edény					
4	2,5	3,9	4,1	2,7	4,1
8	2,1	3,8	3,9	3,3	3,9
16	1,3	2,8	2,1	1,6	3,4
B) Sótartalom*					
4	1,4	2,6	1,5	1,4	2,2
8	4,2	5,1	5,2	6,8	2,4
16	3,5	3,3	3,1	7,4	6,0

\* Telítési kivonatban mért elektromos vezetőképesség mmhos/cm.



2. ábra

Különböző minőségű öntözővizek hatása a talajban mért elektromos vezetőképességre búza termesztése után 1971-72 és 1972-73-ban Indore területén. Vízszintes tengely: Öntözővíz minősége. Függőleges tengely: Telítési talajkivonatban mért elektromos vezetőképesség mmhos/cm. a) Eredeti állapot

### Következtetések

Könnyű mechanikai összetételű talajokon a sós öntözővíz növénytermesztést gátló hatása 4 illetve 6 mmhos/cm feletti vezetőképességű vizek használata esetén volt észrevehető, nehezebb mechanikai összetételű talajo-

kon viszont fokozatos terméscsökkenést okozott az öntözővíz vezetőképességének növekedése, noha a hatások csak 8 és 16 mmhos/cm-es vezetőképesség-nél voltak kifejezettek. A káros hatások a rákövetkező kultúráknál jobban észrevehetőek voltak, mint az elsónél, a talajban bekövetkező fokozatos sófelhalmozódással. A kukorica és cirok termés sokkal erősebben károsodott mint a búzáé, egyenértékű vezetőképességű vízzel történő öntözés során. A talaj sótartalmának növekedése sokkal feltűnőbb volt 6, vagy annál nagyobb vezetőképességű víz használata mellett nehéz fekete agyagtalajon. A búza szemtermésében beálló negatív hatás akkor volt a legkifejezettebb, ha az erősen sós öntözővizet a csírázás stádiumában használtuk a Siruguppa terület fekete agyagtalaján. A gyenge minőségű öntözővizek tehát homokos talajokon, olyan viszonylag sőtűró növény mellett mint a búza, sokkal nagyobb biztonsággal használhatók, mint nehéz mechanikai összetételű talajokon kevésbé sőtűró növényekkel pl. kukorica és cirok esetében.

A szerző köszönetét fejezi ki Dr. D. R. Bhumbának a fenti kutatások iránt tanúsított segítőkész érdeklődéséért és tanácsaiért.

### Ö s s z e f o g l a l á s

Mikroparcellás kísérleteket végeztünk a mesterségesen előállított, különböző minőségű öntözővizek talajra és a termésre gyakorolt hatásának vizsgálatára, a különböző talaj és éghajlati viszonyokat reprezentáló Jobner, Kanpur, Indore, Siruguppa és Canning területeken. A sós öntözővíznek a termésre gyakorolt negatív hatása könnyű mechanikai összetételű talajokon 4—6 mmhos/cm-es vezetőképesség mellett mutatkozott, míg nehezebb mechanikai összetételű talajokon nőtt a vezetőképességgel: erős terméscsökkenés volt tapasztalható 8 és 16 mmhos/cm-es vezetőképesség mellett. A talaj só-tartalmának növekedés kifejezettebb volt 4 mmhos/cm feletti vezetőképességű öntözővizek alkalmazásakor nehéz mechanikai összetételű talajokon. A fellépő negatív hatások rákövetkező kultúráknál kifejezettebbek voltak, mint az első évi kultúra termésénél. A kukorica és cirok termése a búzáéhoz képest sokkal jobban reagált azonos vezetőképesség értékű víz használatára.

### I r o d a l o m

- [1] BHANDARI, L. M. et. al.: Classification of ground waters for irrigation in arid zone of Western Rajasthan. Ind. J. Agric. Res. 5. (1) 1—4. 1971.
- [2] BHUMBLA, D. R.: Water quality and use of saline waters for crop production. Proc. Symp. Soil & Water Management. Hissar. 1969.
- [3] DAKSHINAMURTI, C. et. al.: Water resources of India and their utilization in agriculture, I.A.R.I. Monograph No. 3. (New Series.) 1973.
- [4] GUPTA, I. C. & ABICHANDANI, C. T.: Use of salt waters predominant in divalent cations for irrigation in the semi-arid zone of Western Rajasthan. Ind. J. Agric. Sci. 40. 711—715. 1970.
- [5] KANWAR, J. S.: Quality of irrigation water as an index of its suitability for irrigation purposes. Potash Rev. (Sept.) Subject 24. 13th Suite. 1961.
- [6] KANWAR, J. S. & MANCHANDA, H. R.: Quality of well waters of Gurgaon district. Bull. Nat. Inst. Sci. Ind. 26. 198—208. 1964.
- [7] MEHROTRA, C. L.: Water quality and use of saline water for crop growth in U.P. Proc. Symp. Soil & Water Management. Hissar. 1969.



- [8] PALIWAL, K. V.: Quality of irrigation waters, their effect on soil properties and crop growth in Rajasthan. Proc. Symp. Soil & Water Management. Hissar. 1969.
- [9] RAGHAVA RAO, K. V. et. al.: An estimate of the ground water potential of India — first approximation. Proc. Symp. Soil & Water Management. Hissar. 1969.
- [10] SINGH, B. & BHUMBLA, D. R.: Effect of quality of irrigation water on soil properties. J. Res. P.A.U. 5. 166—171. 1968.
- [11] SINGH, K. S. et al.: Preliminary studies on the effects of irrigation waters on the properties of soils of Jobner Tract, Jaipur Rajasthan. J. Ind. Soc. Soil Sci. 15. 35—39. 1967.
- [12] TALATI, R. P.: Water quality and use of saline water for crop production with special reference to Gujarat. Proc. Symp. Soil & Water Management. Hissar. 1969.

Érkezett: 1976. június 28.

## Effect of Saline Water Irrigation on Soil and Crop Growth

J.S.P. YADAV

Central Soil Salinity Research Institute, Karnal (India)

### Summary

The results of experiments conducted in microplots to examine the effect of use of artificially prepared different qualities of irrigation water on soil and crop growth at Jobner, Kanpur, Indore, Siruguppa and Canning representing different conditions of soil, climate etc. in the country have been reported. The adverse effect of saline irrigation water on crop yield in the light textured soils was noticed at EC above 4 to 6 mmhos/cm, whereas in case of heavier textured soils it increased with an increase in its electrical conductivity showing a sharp decline in yield at EC 8 and 16. The build up of soil salinity was more marked with irrigation waters having EC above 4 mmhos/cm in heavy textured soils. The effects were more pronounced in subsequent crops than in the first crop. Maize and jowar (sorghum) were more severely affected than wheat at the equivalent EC value.

*Table 1.* Soil and climatic characteristics of different localities. (1) Locality. (2) Soil: *a*) Deep sand to loamy sand; *b*) Sandy loam to clay loam alluvial soil; *c*) Medium black cotton soil (50% clay); *d*) Medium heavy black clay soil; *e*) Coastal soil (silty loam to silty clay loam). (3) Rainfall (mm). (4) Temperature °C. (5) Water table.

*Table 2.* Effect of different quality irrigation waters on crop grain yields (q/ha). (1) Centre. (2) Growth character: *a*) Wheat; *b*) Maize; *c*) Jowar. (3) The time of the experiment. (4) Quality of irrigation water (EC mmhos/cm). Note: Crops in different seasons were grown in the same plots at other centres, but the site was changed at Jobner. Figures in bracket indicate yield values at water quality of EC 3 and 10 mmhos/cm respectively at Canning.

*Table 3.* Effect of different qualities of irrigation water on soil properties. (1) Locality and examined characteristics. (2) Soil depth (cm). (3) Quality of irrigation water (EC mmhos/cm). A)  $EC_e \times 10^3$ . B) Exchangeable  $Na^+$  % (ESP). *a*) At the beginning of the experiment. *b*) After wheat. *c*) After harvest of jowar crop.

*Table 4.* Effect of different quality of irrigation waters at different growth stages of wheat on grain yield and soil salinity at Siruguppa. (1) Quality of irrigation water (EC mmhos/cm). (2) Growth stages. (3) 0—5 days. (4) Crown root initiation. (5) Jointing. (6) 50% flowering. (7) Milk stage. A) Grain yield q/pot. B) Soil salinity  $EC_e \times 10^3$ .

*Fig. 1.* Effect of different qualities of irrigation waters on crop grain yield (q/ha) at Indore. Horizontal axis: Quality of irrigation water ( $EC_e$  mmhos/cm). Vertical axis: Grain yield q/ha. *a*) Wheat (Kalyan Sona 1972—73 winter). *b*) Wheat 1971—72 winter. *c*) Maize (Ganga 1972 monsoon).

*Fig. 2.* Effect of different qualities of irrigation water on  $EC_e$  of soil after wheat 1971—72 and 1972—73 at Indore. Horizontal axis: Quality of irrigation water. Vertical axis:  $EC_e \times 10^3$ . *a*) Initial.



## Effet de l'irrigation avec de l'eau salée sur le sol et la croissance des plantes

J.S.P. YADAV

Institut Central pour la Recherche de la Salinité du Sol, Karnal (Indes)

### Résumé

On a étudié l'effet de l'eau d'irrigation aux qualités différentes, artificiellement préparées, sur le sol et le rendement des plantes des microparcelles d'expérience à Jobner, Kanpur, Indore, Siruguppa et Canning représentant les différents états de sol, conditions climatiques etc. du pays. L'eau d'irrigation salée a influencé défavorablement la croissance des plantes sur les sols à granulométrie grossière et la conductivité électrique au-dessus de 4 à 6 mmhos/cm. Par contre, au cas des sols à granulométrie plus fine cet effet a augmenté avec l'augmentation de la CE; on a observé un fort déclin des rendements si la conductivité électrique était entre 8 et 16 mmhos/cm. La salinité des sols à granulométrie fine était plus notable après l'emploi des eaux d'irrigation à CE au-dessus de 4 mmhos/cm. L'effet défavorable était plus prononcé au cas des cultures subséquentes. Par les eaux d'irrigation aux conductivités électriques identiques le maïs et le millet (jowar) étaient plus gravement affectés que le blé.

*Tableau 1.* Conditions pédologiques et climatiques des territoires expérimentaux. (1) Lieu. (2) Sol: *a*) Sable profond-sable limoneux. *b*) Limon sableux-limon argileux. *c*) Sol noir pour coton (50 p.c. argile). *d*) Sol argileux noir, moyennement lourd. *e*) Sol côtier (entre limon argilo-sableux et argile limoneuse). (3) Précipitation atmosphérique mm. (4) Température, C°. (5) Plan d'eau.

*Tableau 2.* Effet des eaux d'irrigation différentes sur le rendement des céréales, q/ha. (1) Lieu. (2) Plantes d'expérience: *a*) Blé; *b*) maïs; *c*) jowar. (3) Date de l'essai. (4) Qualité de l'eau d'irrigation (conductivité électrique, mmhos/cm). Note: A l'exception de Jobner, les plantes étaient cultivées aux saisons différentes, sur les mêmes parcelles. Les chiffres en parenthèses indiquent les rendements obtenus à Canning après l'emploi de l'eau d'irrigation à CE 3 et 10 mmhos/cm, resp.

*Tableau 3.* Effet des eaux d'irrigation différentes sur les propriétés du sol. (1) Lieu et caractéristiques étudiées. (2) Profondeur du profil, cm. 3. Qualité de l'eau d'irrigation (CE mmhos/cm). *A*) Conductivité électrique de l'extrait de saturation, mmhos/cm. *B*) Na<sup>+</sup> échangeable, % (ESP). *a*) Au commencement de l'expérience. *b*) Après le blé. *c*) Après la récolte de jowar.

*Tableau 4.* Effet des eaux d'irrigation employées aux différentes phases de croissance sur le rendement en grains du blé et la teneur en sels du sol à Siruguppa. (1) Qualité de l'eau d'irrigation (CE mmhos/cm). (2) Phase de croissance. (3) De 0 à 5 jours. (4) Développement des racines. (5) Tallement. (6) Éclosion de 60 p.c. des fleurs. (7) Maturation au lait. *A*) Rendement en grains, g/vase. *B*) Salinité du sol.\* Conductivité électrique de l'extrait de saturation, mmhos/cm.

*Fig. 1.* Effet des eaux d'irrigation différentes sur le rendement en grains des céréales (q/ha) à l'Indore. Axe horizontal: qualité de l'eau d'irrigation, CE mmhos/cm. Axe vertical: rendement en grains, q/ha. *a*) Blé (Kalyan Sona, hiver 1972—73). *b*) Blé, hiver 1971—72. *c*) Maïs (Ganga, pendant la mousson de 1972).

*Fig. 2.* Effet des eaux d'irrigation différentes sur la conductivité électrique du sol après du blé en 1971—72 et 1972—73 (à Indore). Axe horizontal: qualité de l'eau d'irrigation. Axe vertical: Conductivité électrique de l'extrait de saturation, mmhos/cm. *a*) Etat originel.

## Влияние засоленных оросительных вод на почву и растения

Е. Ш. П. ЯДОВ

Центральный Научно-исследовательский Институт Засоленных Почв, Карнал (Индия)

### Резюме

В микроделяночных опытах изучали влияние искусственно созданных различных засоленных оросительных вод на почву и растения в районах Иобнер, Канпур, Индоре, Ширугуппа и Каннинг, различающихся по своему почвенному покрову и климатическим условиям. На почвах легкого механического состава отрицательное влияние засоленных поливных вод на урожай растений проявлялось при электропроводности в 4–6 ммхос/см, в то время как на почвах более тяжелого механического состава оно возрастало с увеличением электропроводности. Значительное снижение урожая наступало при электропроводности в 8 и 16 ммхос/см. Самое значительное увеличение степени засоленности почвы наблюдали при использовании поливных вод с электропроводностью выше, чем 4 ммхос/см, на почвах более тяжелого механического состава. Отрицательное влияние особенно сказывалось на культурах следующего года, по сравнению с культурами текущего года. Кукуруза и сорго по сравнению с пшеницей оказались более чувствительными к поливным водам с одинаковой электропроводностью.

*Табл. 1.* Характеристика подопытных почв и климатические условия изучаемых территорий. (1) Место опыта. (2) Почва: а) Песок-супесь. б) Супесь. в) Средняя по механическому составу черная хлопковая почва (более 50% глины). д) Средне тяжелая черная почва. е) Приморская почва (по механическому составу илестая глина или илестый суглинок. (3) Количество осадков в мм. (4) Температура в С°. (5) Глубина залегания грунтовых вод.

*Табл. 2.* Влияние различных засоленных поливных вод на урожай зерна зерновых культур, ц/га. (1) Место опыта. (2) Подопытное растение: а) Пшеница; б) Кукуруза; в) Сорго; (3) Время опыта. (4) Качество поливной воды (электропроводность в ммхос/см). Примечание: культуры в различные времена года выращивались на одних и тех же делянках в различных местах опыта, но в районе Иобнер место опыта изменилось. Числа в скобках обозначают урожай, полученные под влиянием использования поливных вод с электропроводностью в 3 или 10 ммхос/см в районе Каннинг.

*Табл. 3.* Влияние поливных вод различного качества на свойства почвы. (1) Место опыта и изученные свойства почвы. (2) Глубина почвенного разреза в см. (3) Качество поливной воды (электропроводность в ммхос/см). А) Электропроводность в ммхос/см, измеренная в насыщенной вытяжке. В) Содержание ионов обменного натрия (ESP). а) В начале опыта. б) После пшеницы. в) После сорго.

*Табл. 4.* Влияние орошения водами различного качества в различные фазы развития пшеницы на урожай зерна пшеницы и на содержание солей в почве (район Ширугуппа). (1) Качество поливной воды, электропроводность в ммхос/см. (2) Фаза развития растений. (3) 0–5 дней. (4) Укоренение. (5) Фаза кушения. (6) 50% цветение. (7) Молочная спелость. А) Урожай зерна в г/сосуд. В) Содержание солей.\* Электропроводность, измеренная в насыщенной вытяжке, ммхос/см.

*Рис. 1.* Влияние орошения водами различного качества на урожай зерна зерновых культур (ц/га) в районе Индоре. По горизонтальной оси: качество поливной воды (электропроводность ммхос/см.) По вертикальной оси: Урожай зерна в ц/га. а) Пшеница (сорт Калван Сона, зима 1972–1973 г). б) Пшеница зима 1971–1972 г. в) Кукуруза (сорт Ганга) 1972 год, в период мусуна.

*Рис. 2.* Влияние орошения водами различного качества на электропроводность почвы после уборки пшеницы в 1971–72 и 1972–73 гг в районе Индора. По горизонтальной оси: качество поливных вод. По вертикальной оси: электропроводность измеренная в насыщенной вытяжке из почвы, ммхос/см. а) Исходное состояние.