

## A rizs sótűrésének vizsgálata

PETRASOVITS IMRE és DARAB KATALIN

Öntözési és Rizstermesztési Kutató Intézet, Szarvas és MTA  
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet,  
Budapest

Magyarországon 1954—58 évek átlagában a rizs vetésterülete 40 000 ha körül mozgott. Ennek több mint a 75%-a különböző szikes talajokon helyezkedik el. A rizsnek folyamatosan vetésforgóban való termesztése, további új, hasonlóan szikes talajoknak a rizstermesztésbe való bevonását igényli. A rizstermesztés színvonalának növelése érdekében sok helyen — ahol esetleg eddig a felső „A” szint sótartalma csekély volt — szükségessé válik a tereprendezés és ezzel az akkumulációs szintnek részleges művelésbe vonása.

Míg 1954-ben az üzemi termesztésben csak két rizsfajta — a *Dunghan Shali* és *Árpa Shali* — szerepelt, addig 1958-ban már 5 rizsfajtának az egyenkénti vetésterülete haladta meg az 1000 ha-t. További fajták köztermesztésbe vonása, illetve kiválasztása folyamatban van. Ezek az okok különösen indokoltá tették, hogy megvizsgáljuk több rizsfajta csírázásának viselkedését a talaj sótartalmának minőségi és mennyiségi változásától függően.

Az alábbiakban a rizs csírázáskori sőtűrésére vonatkozó első évi — tenyészédeny kísérletünk — eredményeiről számolunk be.

A talaj sótartalmának a növény életére gyakorolt hatását — különböző növények esetében — számos kutató vizsgálta. Így Kovda [6] Gauch és Magistad, Russel [8]. A rizs sőtűrőképességére magyarországi vonatkozásban is jellemzőnek tekinthetjük Fraps ama meghatározását, hogy a magas sótartalmú talajokon a rizs mindig az első kultúrnövény [1].

Erugin a rizs sőtűrésének tanulmányozását legalább három vonatkozásban tartja szükségesnek; az oldat ozmotikus nyomása, a sóösszetétel fiziológiai kiegyensúlyozottsága és az oldat pH-ja szempontjából [5].

Grist [2] szerint a rizs jól bírja a sók 0,8%-os, Ikonikog szerint a 0,3%-os koncentrációját. Utóbbi jó víz esetén a talaj 1%-os összes-sótartalmát is elviselhetőnek tartja.

Huang és Csang szerint a talaj sótartalmának növekedésével egyenes arányban nő a növények csírázásához szükséges idő is [4].

Kiricsenko 0,5%-os összes-sóhatárt a rizs számára még jól elviselhetőnek tart. Adatai szerint a 0,2%-os NaCl tartalmánál már nem volt csírázás, ugyanakkor 0,75 %-os  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  tartalom még nem váltott ki tisztító hatást [7].

Magyarországon elsőként Herke vizsgálta a rizs sőtűrését meszesződés szoloncsák talajokon és azt találta, hogy 0,5% NaCl már csaknem teljes növénypusztulást okozott [3].

Prettenhoffer szerint szikes talajon 0,2%-os összes-sótartalomnál a rizs fejlődése még kedvező volt, ugyanakkor 0,1%-os NaCl adagolás — 0,05% természetes NaCl tartalom mellett már — a rizs pusztulását okozta [7].

Az ismertetett külföldi és magyarországi vizsgálatok is arra mutatnak, hogy szükséges ezt a problémát behatóbb vizsgálat alá venni.

### A kísérlet beállítása

A kísérletet hét rizsfajtaival és három sóféleség különböző változataival állítottuk be. Az előzetesen kívül-belül fehér olajfestéssel szigetelt cserép tenyészedényekbe 2,5—2,5 kg légszáraz 2 mm szitán átszitált talajt helyeztünk. Azután a talajba alaposan belekevertük az egyes sófajtákból az egyes kezeléseknek megfelelő mennyiséget.

A tenyészedények sós talajjal való megtöltése 3 rétegben történt. Minden réteget külön-külön vízkapacitásig vízzel telítettünk, hogy ezáltal a sók lemosódását a csírázási szintből lehetőleg kiküszöböljük.

A vetést úgy végeztük, hogy a harmadik beöntözött rétegre helyeztünk edényenként 50—50 szem válogatott csíráképes rizsszemet, majd rászórtunk 2 cm-es rétegben légszáraz sóstalajt és azt tiszta esővízzel a teljes szántóföldi V. K.-nak megfelelő mértékben átnedvesítettük. A csírázás alatt — szükséglettől függően a nagy párolgási veszteség miatt egy-egy nap többször is — pótoltuk az edények vízvesztését, hogy ezáltal a talaj víztartalma közel állandó legyen.

*Az alkalmazott rizsfajták: Dunghan Shali, Dubovszky 129, Uzrosz 17, Linea 45, Precoce Allorio, Vrosz 213, Kákagyöngye.*

*A kísérlet talaja szarvasi szolonyec talaj 0—14 cm szintjéből származik. Tápanyagban meglehetősen gazdag, ezt mutatják az alábbi adatok:*

Humusz %	Összes N %	Felvehető P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Truog szerint) mg %	Felvehető K <sub>2</sub> O (Peive szerint) mg %
3,34	0,150	11,4	10

A vizes kivonatok elemzésének adatait az 1. táblázatban tüntettük fel.

*Az alkalmazott sókezelések (légszáraz talaj súlyra vonatkoztatva):*

I. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	II. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	III. NaHCO <sub>3</sub>
a Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0	a Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0	a NaHCO <sub>3</sub> 0
b Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,3%	b Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0,1%	b NaHCO <sub>3</sub> 0,3%
c Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,5%	c Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0,25%	c NaHCO <sub>3</sub> 0,5%
d Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,0%	d Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0,5%	d NaHCO <sub>3</sub> 1,0%
e Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1,5%		

A kísérletek beállításának (vetés) napja: V. 29—31.

A talajban végbemenő változásokat a vetés után 20. napon vizsgáltuk meg és az akkor kapott adatokat közöljük. A kísérletet négy sorozatban végeztük.

**Kísérleti eredmények**

*A csirázási közeg (talaj) változása*

Az I. táblázat adatai mutatják, hogy a kezelés nélküli talaj viszonylag kevés oldható só-t tartalmazott, amennyiben a vizes kivonat szárazmaradéká alig haladja meg a 0,1%-ot. Az oldható só jelentős része hidrokarbonát, alkáli és alkáli földfém hidrokarbonát, majd ezek után jóval kisebb mennyiségben a kloridok következnek és végül a szulfátok. A vizes kivonat pH értéke 6, igen gyengén savanyú.

1. táblázat

**A talajok vizes kivonatainak elemzési eredményei**

(1) Minták neve	pH	(2) Szár- maradé- k %	(3) Lúgosság			Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
			Összes HCO <sub>3</sub>	Alkáli fém	Alkáli földfém					
Kontrolltalaj a ki- sérlet beállításá- előtt.....	6,0	0,11	1,02	0,62	0,41	0,18	0,09	0,55	0,26	0,39
Kontrolltalaj 20 nap múlva.....	6,5	0,15	0,95	0,60	0,35	0,15	0,09	0,56	0,27	0,40
I. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>										
b) 0,3%.....	6,7	0,45	0,93	0,59	0,35	0,26	2,94	0,64	0,54	2,80
c) 0,5%.....	6,6	0,46	0,98	0,62	0,36	0,23	4,19	0,68	0,56	4,00
d) 1,0%.....	6,5	0,91	0,98	0,67	0,32	0,25	11,00	0,73	0,59	10,82
e) 1,5%.....	6,5	1,44	0,72	0,23	0,49	0,33	16,70	0,79	0,38	16,50
II. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>										
b) 0,1%.....	7,2	0,18	3,06	2,38	0,68	0,27	0,32	0,09	0,04	3,63
c) 0,25%.....	7,4	0,27	3,63	3,47	0,16	0,33	0,29	0,07	0,09	4,17
d) 0,5%.....	8,0	0,34	4,76	4,18	0,58	0,25	0,18	0,09	0,10	4,61
III. NaHCO <sub>2</sub>										
b) 0,3%.....	7,1	0,21	2,76	2,46	0,30	0,30	0,22	0,11	0,01	2,91
c) 0,5%.....	7,4	0,16	3,62	3,19	0,43	0,34	0,46	0,15	0,04	3,48
d) 1,0%.....	7,3	0,45	4,69	2,97	0,73	0,16	0,21	0,27	0,03	4,47

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> csak a 0,5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> hozzáadásakor volt a vizes kivonatban (0,03 mg e. é./100 g talaj).

A kísérlet befejezése után egy tenyészedény sorozatban meghatároztuk a különböző kezelések talajának oldható sóit, ezek mennyiségét és minőségét, az 1 : 5 arányú vizes kivonat kémiai elemzése alapján. Ezek az adatok azt mutatják, hogy a különböző minőségű sók a talajban rendkívül eltérő módon viselkedtek. Így ha a nátriumszulfátos kezeléseket vizsgáljuk, azt látjuk, hogy az adagolt só mennyiségével arányosan nő a talaj vizes kivonatának szárazmaradéká és bár az nem azonos a hozzá adagolt sóknak a mennyiségé-  
vel, azonban arra mutat, hogy az oldható sók mennyisége igen jelentős mér-  
tékben emelkedik. Abban a mintában pl. ahol az eredeti talajhoz 1,5% ná-  
triumszulfátot adtunk, a vizes kivonat szárazmaradéká a kísérlet befejezése

után 1,43% volt. Természetesen ezen belül elsősorban a nátrium- és szulfátionok mennyisége nő meg; növekedésük aránya tükrözi a talajba adagolt nátriumszulfát mennyiségének a változását. Érdekes megfigyelni azt, hogy kismértékben nő a talaj kalcium és magnézium tartalma is, ami több okra vezethető vissza. Lehetséges, hogy a nátriumszulfát megnövelte a talaj nehezebben oldódó kalciumvegyületeinek, elsősorban kalciumkarbonátjának oldhatóságát, de feltehető az is, hogy a kísérlethez használt sók nem voltak teljesen tiszták, s adódhatnak kisebb eltérések a kémiai elemzés hibájából is. Erre utal egyébként a klorid ionok mennyiségének kisebb mértékű növekedése is a talaj vizes kivonatában. A szóda és nátriumhidrokarbonát hozzáadása



1. ábra

A nátriumszulfát kivirágzása a talaj felületén

mellett a talaj oldható sókészlete nem növekszik olyan mértékben, mint ahogy azt a hozzáadott sók mennyisége alapján várhatnánk. Így pl. a 2/d-s kezelésnél 0,5% nátriumkarbonát hozzáadása után és 0,14% eredeti oldható sótartalom mellett a kezelt talaj vizes kivonatának csupán 0,34% a szárazmaradék. Hasonló a helyzet a nátriumhidrokarbonátos kezelések esetében is. Érdekes megfigyelni azt, hogy szódalúgosságot a nátriumkarbonátos kezelésnél is csupán a legnagyobb 0,5%-os dózis mellett kaptunk. A nátriumsó eltűnének okát a talaj oldható sókészletéből több tényezőben kereshetjük. Ezek közül első helyen kell megemlíteni, hogy a növény, mint azt vizsgálati adataink is mutatni fogják, a növekvő sókoncentrációnál nagyobb nátriumion mennyiséget vesz fel. Így igen jelentős lehet ez pl. a nátriumszulfát esetében, ahol a kísérlet folyamán az egyes növénykéken jól megfigyelhető volt a sók kiválása. A másik jelentős szerepet játszó tényező a nátriumion és a talaj kicserélhető kalciuma között végbemenő kation kicserélődési folyamat. Ennek eredményeként megnő a talaj kicserélhető nátriumtartalma, s romlik a talaj fizikai sajátsága. Jól tükrözték ezt a kísérlet folyamán a nátriumkarbonáttal és nátriumhidrokarbonáttal kezelt tenyészedények adatai, melyek felszíne erősen cserepesedett fizikai sajátságai szemmel láthatóan romlottak, szemben a nátriumszulfáttal kezelt tenyészedény talajainál, ahol ezek a jelenségek megfigyelhetők nem voltak, ellenben a talaj felszínén oldható sók, esetünkben a nátriumszulfát kivirágzása volt megfigyelhető (1. ábra).

Harmadik tényező, ami a nátriumsó mennyiségének csökkenését előidézheti a talajban, ezek átalakulása valamilyen nehezebben oldódó vegyületté, elsősorban alkáli földfémkarbonáttá; jól látható ez szintén a szódas és nátriumhidrokarbonátos kezelésnél, ahol a talaj eredeti oldható kalcium- és magnéziumion koncentrációja is jelentős mértékben lecsökkent.



Igen jelentős a növények élete szempontjából az is, hogy amíg a nátriumszulfátos kezeléskor a talaj vizes kivonatának pH értéke lényegesen nem változott 6—6,7-es értékek körül mozgott, addig a szódás és nátriumhidrokarbonátos kezelés esetében a talaj vizes kivonatának kémhatása erősebben a lúgos tartomány felé tolódott el és 7,1—8-as értékek között ingadozott.

#### *A csírázás és a csíranövények adatai*

A különböző sóminőségeknek és mennyiségeknek a csírázás folyamatára és a csíranövénykéik fejlődésére gyakorolt hatását az alábbi mutatókkal fejeztük ki:

a mag, illetve csíranövények pusztulási %-a (2. táblázat), a csíranövények átlagos magassága és a főgyökerek átlagos hossza cm-ben (3. ábra), a csíranövények abszolút szárazanyagsúlyának alakulása (4. ábra),

a csíranövények föld feletti részének víztartalma 1 g szárazanyagra eső víz értékében kifejezve (5. ábra),

a csíranövények föld feletti és gyökér részeinek szárazanyag aránya g-ban (3. táblázat),

a csíranövénykéik nyershamu és  $\text{SO}_4$  tartalma az abszolút szárazanyag %-ában (4. táblázat).

#### *Magpusztulás*

A különböző fajták mag és csíranövény pusztulása nem volt azonos. A tenyészedény kísérletet négy ismétléssel állítottuk be. A lebontáskor kapott csírázó magpusztulások értékeinek matematikai feldolgozása (2. táblázat) azt mutatta, hogy a különböző rizsfajták magpusztulásában a kontrol tenyész-edények esetében szignifikáns különbség nem volt s így a következőkben kapott eltérések az egyes fajták között a kezelések, azaz a talaj különböző oldható sókészletének hatásával magyarázható. A különböző minőségű és mennyiségű oldható sókat tartalmazó talajokban a különböző fajták mag és csíranövény pusztulása nem volt azonos. Általában mindegyik sókezelésre legérzékenyebb volt a *Precoce Allorio* és legkevésbé érzékeny az *Uzrosz 17* és a *Dunghan Shali*. A különböző sótartalmaknál a fajták közötti különbség a 2. táblázat adatai szerint két esetet kivéve szignifikáns volt.

A *Precoce Allorio* fajtánál V. K. körüli talajnedvesség fenntartása esetén a magvak 75,70%-a, illetve 52%-a pusztult el. Ugyanekkor az *Uzrosz 17* fajta csak 50,42. illetve 32%, a *Dunghan Shali* pedig 67,0—8, illetve 25% magpusztulást mutatott a  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , —  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , illetve  $\text{NaHCO}_3$  sóknak a kísérletben alkalmazott legnagyobb mennyiségeinél. Különösen kiemelkedő a *Dunghan Shali* fajta szódaturó képessége.

A 2. táblázat adataiból az is kitűnik, hogy ha a koleoptil hegyének a talajon való megjelenése után rövidesen (a kísérletben 1—2 nap) 2 cm-es vízréteget adunk, akkor sokkal kevesebb az elpusztult magvak, illetve csíranövénykéik száma, mint akkor, ha víztéteg tartása nélkül — a szántóföldi V. K. értékének megfelelő talajnedvesség mellett fejeződik be a csírázás.

A kísérletben alkalmazott sók pusztító hatása az utóbbi koncentrációban gyakran többszöröse a 2 cm-es víztéteg által felhígított oldat koncentrációja esetén bekövetkező magpusztulásnak.

2. táblázat

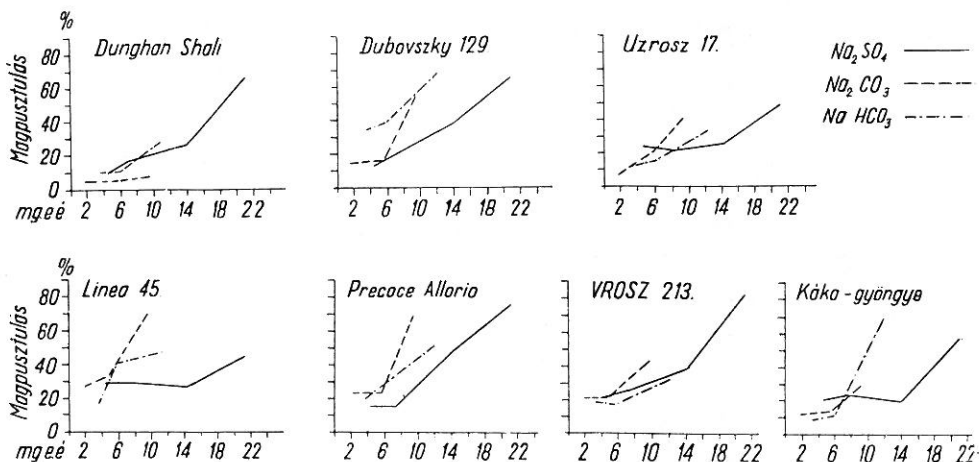
Az egyes rizsfajták csírázó magpusztulása %<sub>0</sub>-ban különböző sóféleségek és dózisok hatására  
Matematikai értékelés. Szignifikáns differencia számítása

Kezelés	Dung- han Shahi	Du- bouszky 129	Uzrosz 17	Linea 45	Precoc Allorio	VROSZ 213	Káka gyöngye	Összes	Átlag	Sz. D. (95%)
<i>a) V. K. Talajnedvességnél</i>										
Kontrol .....	10	15,5	15,5	11,0	18,5	16,5	12,0	98,5	14,05	8,5
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>										
1 b .....	9,5	13,0	23,0	28,0	15,5	23,0	20,0	132,0	18,8	6,6
1 c .....	16,5	19,0	20,5	28,5	16,5	25,0	23,5	149,5	21,3	11,7
1 d .....	12,5	21,5	25,0	26,5	49,0	39,0	19,0	192,5	27,5	16,3
1 e .....	67,0	66,0	49,5	45,5	75,5	83,5	55,5	442,5	63,2	24,1
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>										
2 b .....	5,5	14,5	6,5	26,5	23,5	21,5	12,0	110,0	15,7	9,3
2 c .....	5,5	15,5	18,5	33,0	24,0	22,5	14,0	133,0	19,0	15,2
2 d .....	8,0	54,3	41,5	71,0	68,0	43,5	30,0	318,0	45,4	23,9
NaHCO <sub>3</sub>										
3 b .....	10,0	35,5	11,5	16,0	19,0	18,0	10,0	120,0	17,14	14,9
3 c .....	11,5	39,0	15,5	27,5	26,5	17,0	11,0	148,0	21,2	12,6
3 d .....	25,5	67,0	32,0	48,0	51,5	31,5	69,0	323,0	46,35	15,3
<i>b) 4 napig 2 cm-es vízréteg alatt</i>										
Kontrol .....	7,5	11,0	10,0	12,5	14,5	14,5	19,0	17,9	11,25	7,7
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>										
1 b .....	5,0	7,0	17,0	21,0	12,5	15,0	10,5	88,0	12,55	5,9
1 c .....	8,5	10,5	14,5	26,5	12,5	19,0	12,0	103,5	14,7	9,2
1 d .....	3,5	14,0	21,0	28,5	24,0	24,5	23,5	129,0	18,4	12,2
1 e .....	19,0	27,0	26,5	34,5	48,0	73,0	30,5	25,85	36,9	19,1
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>										
2 b .....	3,0	10,0	6,0	25,0	15,0	18,0	8,5	85,5	12,2	6,6
2 c .....	2,0	8,5	12,0	22,0	14,0	19,5	9,0	87,0	12,4	12,2
2 d .....	4,0	32,0	22,0	45,5	55,0	30,0	14,0	202,5	23,9	15,1
NaHCO <sub>3</sub>										
3 b .....	6,0	13,5	10,0	10,0	12,5	16,0	7,5	75,7	10,75	6,6
3 c .....	6,5	16,0	11,5	18,5	21,0	16,0	7,7	98,0	14,0	10,0
3 d .....	8,0	43,5	18,5	22,0	39,5	20,5	42,5	199,5	28,5	26,2

Sz. D. a %-ban kifejezett értékekre vonatkozik.

A kísérletben alkalmazott egyes sóféleségek sajátos fiziológiai toxicitását a rizs csírázására úgy fejeztük ki, hogy összehasonlítottuk a háromféle sónál azonos milligramm egyenértékére eső magpusztulási értékeket. A kapott adatokat a 2. ábra tünteti fel. Abból kitűnik, hogy általában legkisebb a toxicitása a Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-nek. A vonatkozó adatok arra is következtetni engednek,

hogy az egyes sókat illetően nem lehet valamennyi fajtára azonos fokú toxicitásról beszélni. A különböző fajtákra az alkalmazott sóminőségek is — nemcsak a sómennyiségek — eltérő hatással voltak.



2. ábra

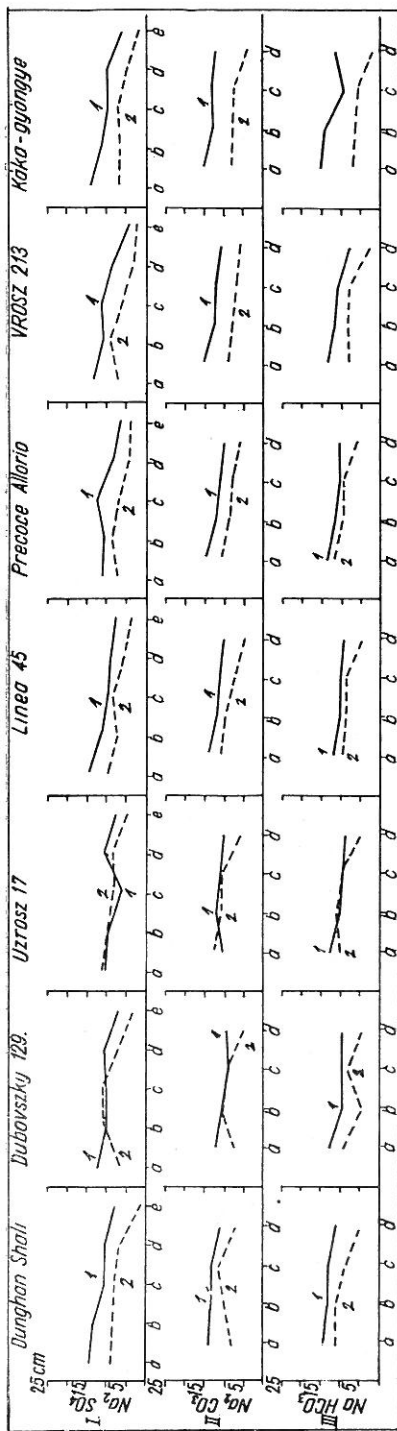
Az egyes sóféleségek fiziológiai toxicitása

### Növénymagasság és gyökérhossz

A 3. ábrából kitűnik, hogy már a legkisebb mennyiségben alkalmazott só is csökkentette a csíranövény magasságát. A gyökér hossza enyhébb só-dózisok hatására nem egyértelműen csökkent. Sok esetben a kisebb sókoncentráció hatására a gyökér hosszabb volt, mint a kezeletlen rizsek gyökere. Feltételezhető egyrészt bizonyos stimulatív hatás, másrészt a növények egy olyan törekvése, hogy a sós rétegből való gyors kijutás érdekében hosszabb gyökeret fejleszt. A sókoncentráció fokozása bizonyos határon túl a gyökérhosszat is egyértelműen csökkentette. A rizs gyökerének ilyen jellegű sajátosságát más vonatkozásban jól mutatja a 6. ábra, ahol a nagy sókoncentrációjú talajban a rizs a talajfelületen elhelyezkedő (járulékos) másodlagos gyökérrendszert alakított ki, amellyel pótolja és kiegészíti a sós talajban nem fejlődő sínylődő elsődleges gyökérrendszert. A sós talajnak a rizs kezdeti fejlődésére gyakorolt általános fenológiai és növekedési hatását jól mutatja a 7. ábra.

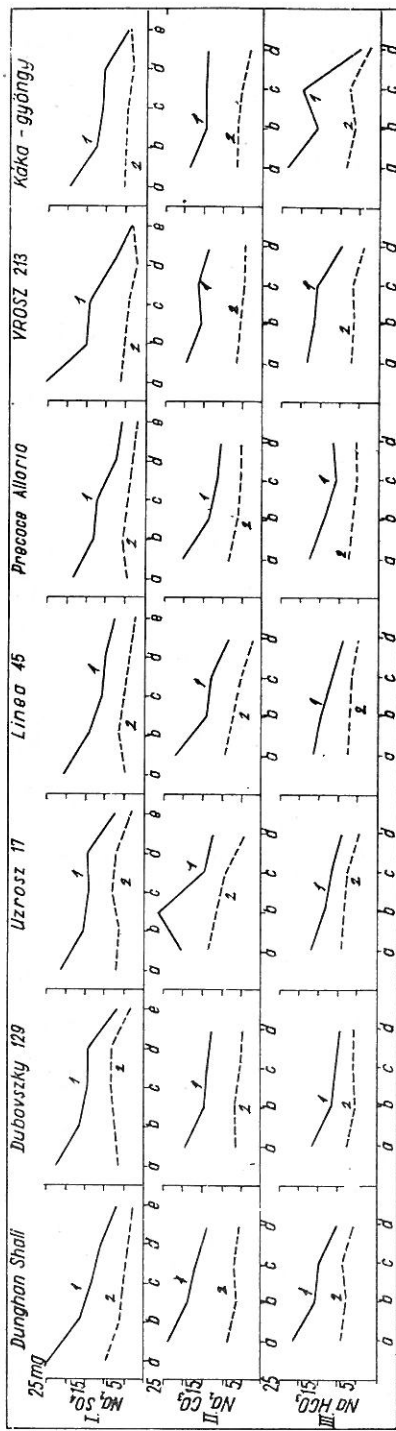
### Szárazanyag felhalmozódás

A 4. ábra a növényi szárazanyag felhalmozódás alakulását mutatja a különböző sók hatására. A fajták többségénél határozottan látszik, hogy a viszonylag alacsony sótartalom hatására a növény föld feletti részének szárazanyagtartalma gyorsabban csökken, míg a gyökérrendszer szárazanyag-tartalma lassabban. Megállapítható tehát, hogy ha a rizs gyökere az erősen sós talajban korlátozva van a tápanyag és víz felvételében, akkor általánosságban az egységnyi föld feletti részre eső egységnyi gyökérrész nagyobb. Ezt mutatják a 3. táblázat számadatai.



3. ábra

A rizsnövények magassága és a főgyökér hossza a különböző sómennyiségek minőségére és hatására a vetés utáni 20. napon  
 1. föld feletti rész, 2. gyökérrész



4. ábra

A rizs esztrámvények abszolút szárazanyag súlyának alakulása különböző sómennyiségek és mennyiségek hatására a vetés utáni 20. napon 1. föld feletti rész, 2. gyökérrész.

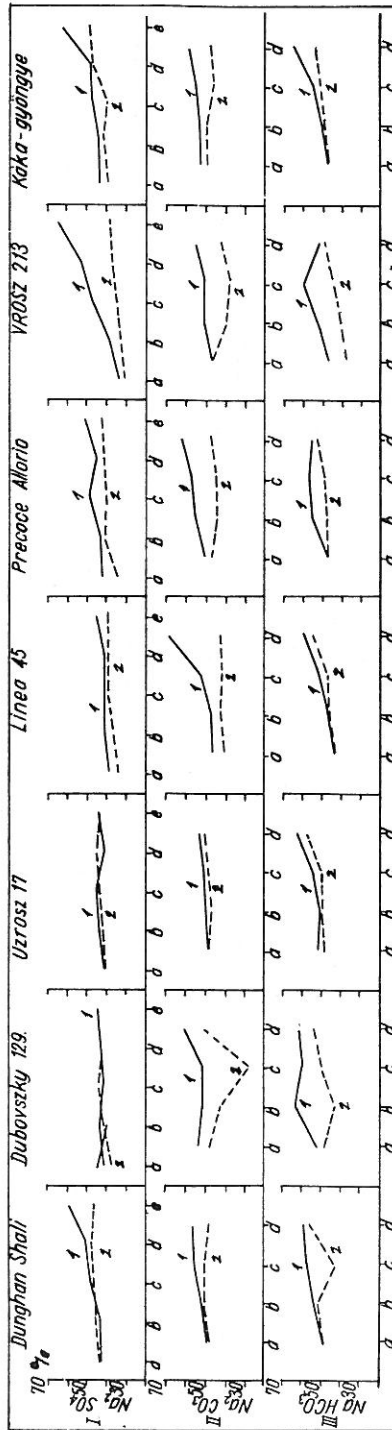


Föld feletti részek víztartalma

Az 5. ábrán a különböző sóknak a rizs csíranövény föld feletti részei víztartalmára gyakorolt hatását sűrítettük. A folyamatos görbék a vetést követő 20. napon, a szaggatott görbék pedig még további 20 napig 2 cm-es vízréteg alatt fejlődött rizsnövénykéek föld feletti részeinek I g szárazanyagra eső víztartalmát ábrázolják.

Egyöntetűen megállapítható, hogy a talaj sótartalmának növelésével nőtt a föld feletti növényi részek víztartalma.

A növényi szövetek fellazulása annak következménye, hogy a sós talajból a víz és tápanyaggal együtt a gyökérrendszer által felvett sók koncentrációját a növény nagy mennyiségű vízzel felhígította. Ezáltal részben a sók fiziológiai toxicitását, részben pedig az oldat ozmotikus nyomását igyekezett az elviselhető határokig lecsökkenteni. Ide is kapcsolódik a 8. ábrán rögzített megfigyelésünk. Ott látható, hogy különösen az  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -os kezelésű talajokból nagy arányokban felvett sók egy része a levelek csúcsán kiválasztódott. A nagyarányú sófelvételt követő só-exkréciót a növényi szervezet sajátos védekezésének kell tekinteni a kedvezőtlen talajviszonyokkal szemben. Az egyes fajtáknak az egyes sóféleségekre ilyen vonatkozásban történő egyedi reagálását tovább kell vizsgálni. Általánosságban az is megállapítható, hogy később a vetést követő 40. napon végzett víztartalom vizsgálatkor az egyes só-dózisoknak megfelelő víztartalom értékek sokkal kiegyenlítettébbek. Ezt elsősorban a 20 napig tartó 2 cm-es vízrétegtartás előnyös hatásával — a hígabb talajoldat koncentrációval — magyarázhatjuk.



5. ábra

A rizs csíranövények föld feletti részének víztartalma különböző sóminőségek és mennyiségek hatására a vetés utáni 20. (I) és 40. napon (2). (1 g szárazanyagra eső víz).

3. táblázat

A rizs csíranövények föld feletti és gyökérrészeinek aránya a különböző sóminőségek és mennyiségek hatására. Szarvas, 1958

(1 g föld feletti növényi rész szárazanyagára eső gyökér szárazanyag g-ban)

Sóféleség	Keze- lés	Dunghan Shali	Dubovszky 129	Uzrosz 17	Linea 45	Precoce Allorio	Vrosz 213	Káka gyöngye
I. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	a	0,41	0,30	0,34	0,24	0,27	0,24	0,27
	b	0,38	0,45	0,45	0,49	0,43	0,36	0,40
	c	0,39	0,57	0,56	0,51	0,40	0,34	0,41
	d	0,41	0,58	0,51	0,41	0,41	0,24	0,29
	e	0,39	0,52	0,51	0,33	0,40	0,97	0,73
III. NaHCO <sub>3</sub>	a	0,42	0,43	0,53	0,49	0,44	0,38	0,35
	b	0,51	0,39	0,66	0,49	0,45	0,37	0,41
	c	0,49	0,57	0,64	0,56	0,50	0,43	0,40
	d	0,54	0,60	0,52	0,56	0,53	0,42	0,46

4. táblázat

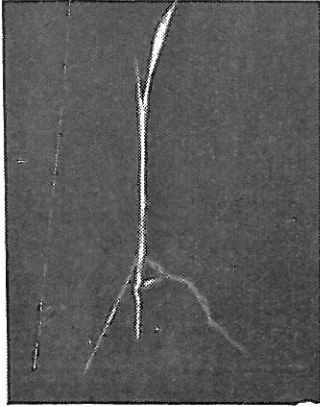
A rizsnövények nyershamu (és SO<sub>4</sub>) tartalma 2—3 leveles korban a különböző sóféleségek és dózisok hatására. Szarvas, 1958

(Az abszolút szárazanyag %-ában)

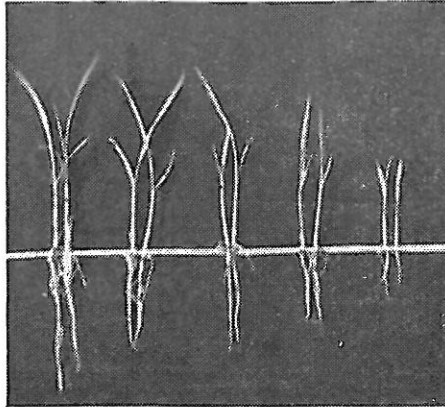
Rizs- fajta	Vizsgálat	I. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>					II. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>				III. NaHCO <sub>3</sub>			
		0% (a)	0,3% (b)	0,5% (c)	1,0% (d)	1,5% (e)	0% (a)	0,1% (b)	0,25% (c)	0,5% (d)	0% (a)	0,3% (b)	0,5% (c)	1,0% (d)
Dunghan Shali	SO <sub>4</sub>	0,39	0,57	0,74	0,88	1,36	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nyers- hamu	17,50	15,07	16,66	15,13	16,94	17,50	18,30	16,03	14,42	17,50	16,05	14,83	13,38
Dubov- szky 129	SO <sub>4</sub>	0,36	0,64	0,70	0,80	0,86	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nyers- hamu	16,29	15,41	14,57	14,39	12,90	16,29	15,31	15,58	16,20	16,29	15,52	14,78	15,64
Uzrosz 17	SO <sub>4</sub>	0,34	0,70	0,76	0,91	1,28	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nyers- hamu	17,00	15,31	14,17	13,65	15,02	17,00	15,83	15,94	16,30	17,00	16,91	16,47	17,82
Linea 45	SO <sub>4</sub>	0,35	0,71	0,92	1,16	1,18	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nyers- hamu	15,58	13,86	13,96	14,63	14,26	15,58	14,79	14,24	14,77	15,58	15,23	14,65	15,50
Precoce Allorio	SO <sub>4</sub>	0,42	0,98	1,00	1,08	1,33	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nyers- hamu	16,63	15,33	14,45	14,16	14,68	16,63	15,69	14,37	14,31	16,63	16,16	15,49	15,24
Vrosz 213	SO <sub>4</sub>	0,32	0,49	0,72	0,86	1,18	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nyers- hamu	14,62	13,90	12,79	12,94	13,94	14,62	13,82	12,88	13,75	14,62	14,41	14,02	15,60
Káka gyöngye	SO <sub>4</sub>	0,39	0,56	0,76	1,01	1,27	—	—	—	—	—	—	—	—
	Nyers- hamu	16,59	15,93	15,43	18,70	17,36	16,59	17,14	15,08	15,29	16,59	16,18	16,34	16,14

*A föld feletti részek nyershamu és  $SO_4$  tartalma :*

A 4. táblázatban a vetés után 40 nappal levágott rizsnövények nyershamu tartalmára vonatkozó vizsgálati eredményeinket foglaltuk össze. A kísérletben alkalmazott mindhárom sónál azt tapasztaltuk, hogy a sóval



6. ábra  
Járulékos gyökerfejlesztés  
(1/e)



7. ábra  
A talajba adagolt  $Na_2SO_4$  hatása a Dungan Shali rizs kezdeti fejlődésére. (Balról jobbra 1/a, b, c, d, e)

mesterségesen nem kezelt talajban nőtt a rizsnövények föld feletti részének nyershamu tartalma csaknem mindig nagyobb volt, mint a sóval kevert talajban fejlődött növényeké. Az adagok kisebb mértékű szórása itt valószínűleg mérési pontatlanságot tükröz.

Az  $Na_2SO_4$ -al kezelt talajú rizsnövényeké nyershamujából az  $SO_4$  tartalmat is meghatároztuk. A kapott adatokat ugyancsak a 4. táblázat tartalmazza. Eszerint a nátriumszulfát mennyiségének növelése a talajban — a növény föld feletti részeiben ugyancsak nagyobb mennyiségű szulfátbeépülést eredményezett.



8. ábra  
Sóexkréció a növényen

### A megállapítások összefoglalása

Megállapítható, hogy a kísérletben az oldható sók hozzáadása a talajhoz az anion minőségétől függően különböző hatással érvényesül a talaj fizikai és kémiai tulajdonságaiban. Ezek közül a változások közül a nátriumszulfáttal kezelt talajoknál az oldható sók mennyiségének jelentős növekedését kell kiemelnünk, míg a nátriumhidrokarbonátos és nátriumkarbonátos kezelések esetében a talaj fizikai tulajdonságának romlását, s ezzel párhuzamosan a talaj pH értékének növekedését kell olyan tényezőnek tekintenünk, melyek a magvak csírázását és kezdeti fejlődését jelentős mértékben befolyásolhatták.

Az egyes rizsfajták csírázáskori sőtűrése nem egyforma. A kísérletben szereplő 7 fajta közül legellenállóbbnak az *Uzrosz 17* és a *Dunghan Shali*, — míg legérzékenyebbnek a *Precoce Allorio* bizonyult. Különösen kiemelkedő a *Dunghan Shali* szódatűrő képessége, ami minden bizonnyal azzal függ össze, hogy hazánkban 20 esztendeje van köztermesztésben, és ez alatt az idő alatt jól alkalmazkodott a rizstermő területeink nagy részén általánosan magas szóda tartalmú talajokhoz. A kísérletben alkalmazott három sóféleség fiziológiai toxicitása eltér egymástól. Azonos mg egyenértékre vonatkoztatva általában legkevésbé volt mérgező a  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . A  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  és a  $\text{NaHCO}_3$  közötti hatáskülönbség a különböző rizsfajtáknál nem volt egyöntetű.

A sós talajban csökkent a növénymagasság, ugyanakkor a gyökér hossza kis só-dózis hatására a kontrolhoz (mesterségesen nem sózott talajban) képest nőtt, a nagyobb sómennyiség azonban a gyökérhosszat is csökkentette.

A rizsnövény föld feletti abszolút szárazanyag felhalmozódása a kismennyiségű sók hatására is csökkent. Ennek a viszonylagos csökkenése gyorsabb és nagyobb, mint a gyökérzet abszolút szárazanyagsúlyának csökkenése. A kedvezőtlen víz- és tápanyagfelvételi körülményeket a növény viszonylag nagyobb gyökérzet fejleszté-ével igyekszik kiegyenlíteni. A nagyobb só-tartalmú talajban csírázott rizsnövény föld feletti részének víztartalma nagyobb.

Különösen magas  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -tartalmú talajban a rizsnövény levelein jelentős mennyiségű söt választott ki a guttációhoz hasonló jelenség közepette.

A talajok magasabb só-tartalma az esetek többségében csökkentette, kisebb részben növelte a rizsnövények föld feletti részeinek nyershamu-tartalmát. A talaj  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  tartalmának fokozatos növelése párhuzamosan emelte a föld feletti növényrészekbe beépült  $\text{SO}_4$ -tartalmat.

*Érkezett : 1959. március 13.*

### Irodalom

- [1] Fraps, G. S. : The effect of salt water on rice. Tex. Agric. Exp. Sta. Bull. 371. 1927.
- [2] Gist, D. H. : Rice. Longmans Green and Co. London—New York. 1953.
- [3] Herke, S. : A szikes talajok hasznosítása rizstermesztéssel. Magyar szikesek. F. M. kiadás. Budapest 1934.
- [4] Huang Pej-Min-Csang Hszü-Csou : Csi csung co vu caj, fa ja csi ti naj jen hszing. Észak Kínai Mg. Tud. Kutató Intézet. Peking. 2. 1952.
- [5] Erügin, P. Sz. : Szoleusztojesivoszty prorasztajuscsek szemjan risza. Szbornik naucsnuh rabot po rizu. 57—63. Kkrasznodar. 1947.
- [6] Kovda, V. A. : Proiszhozsdenie i rezsim zaszoennüh pocsv. II. Izd. Akad. Nauk SSSR. Moszkva. 1957.
- [7] Prettenhoffer, I. » Újabb adatok a rizs sőtűrőképességére az összes só és kloridokat illetően. Öntözési és Rizstermesztési Kutató Intézet évi jelentése. Szarvas 1955.
- [8] Russell, E. J. : Soil Conditions and Plant Growth. Longmans, Green New York. 1950

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЛЕВЫНОСЛИВОСТИ РИСА

И. Петрашович и К. Дараб

Научно-Исследовательский Институт Орошения и Рисосеяния, г. Сарваш и Научно-Исследовательский Институт Почвоведения и Агрохимии, А. Н. Венгрии, Будапешт

Резюме

В ходе опытов было установлено, что прибавление растворимых солей к почве, в зависимости от качества аннона, по разному влияет на почвы. Из этих изменений можно указать на значительное повышение количества растворимых солей при обработке сульфатом натрия, а также на ухудшение физических свойств почвы и на повышение ее рН при обработке гидрокарбонатом и карбонатом натрия. Такие изменения в значительной степени могут влиять на жизнь растений, в том числе на всхожесть зерен и на начальное развитие проростков.

Солевыносливость отдельных сортов риса при всхожести не одинакова. Из исследованных 7-ми сортов самыми выносливыми оказались Узросл — 7 и Дунган—Шали — наименьшей выносливостью отличался сорт Прекоце—Аллорик. Особенно отличается высокой солевыносливостью Дунган—Шали, что объясняется тем, что он уже 20 лет выращивается в Венгрии, и за это время хорошо приспособился к повышенному содержанию соды в этих почвах.

Физиологическая токсичность использованных в опыте трех солей отличается друг от друга. При одинаковом эквивалентном весе наименее токсичным был  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Между влиянием  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$  наблюдалась неодинаковая картина у отдельных сортов риса.

В засоленной почве под влиянием небольших доз солей снижается высота растений, в то же время длина корней увеличивается по сравнению с контролем. Более высокие дозы снизили длину корней.

Накопление абсолютно сухого веса надземной части риса также уменьшается под влиянием малых доз солей. Относительное снижение сухого веса происходит быстрее в значительной степени у надземной, чем у подземной части растения. При неблагоприятном водном и питательном режиме растения развивают относительно большую корневую систему. Увеличилось содержание воды в надземной части растений, проросших на засоленной почве. Если в почве содержалось особенно много  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , тогда через листья риса выделились значительные количества солей подобно явлению гуттации.

Более высокое содержание солей в почве в большинстве случаев снизило, но иногда увеличило процент сырой золы в надземных частях риса. Постепенное увеличение содержания  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  почвы параллельно повысило процент  $\text{SO}_4$  в надземных частях растения.

*Рис. 1.* Выцветание сульфата натрия на поверхности почвы.

*Рис. 2.* Физиологическая токсичность отдельных солей.

*Рис. 3.* Высота растений риса и длина главного корня под влиянием различных доз отдельных солей на 24 день после посева (1) подземная часть растений (2) корни.

*Рис. 4.* Абсолютно-сухой вес проростков риса под влиянием различных доз отдельных солей на 20 день после посева. (1) надземная часть растений (2) корни.

*Рис. 5.* Содержание воды надземной части проростков риса под влиянием различных доз отдельных солей на 20 день (1) и на 40 день (2) после посева.

*Рис. 6.* Развитие боковых корней.

*Рис. 7.* Влияние  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , внесенного в почву, на начальное развитие риса Дунган—Шали. (слева направо 1/а, с, е).

*Рис. 8.* Экскреция солей в растениях.

*Табл. 1.* Данные анализа водной вытяжки почв (1). Название образцов. (2) Сухой остаток. (3) Щелочность.

*Табл. 2.* Отмирание проростков отдельных сортов риса в % под влиянием различных доз и видов солей. Путем математической обработки была определена достоверная разница, а) при влажности равной влагоемкости почвы, б) в течение 4 дней под 2 см-вым слоем воды.

*Табл. 3.* Соотношение надземной и подземной части проростков риса под влиянием различных доз и видов солей (Количество сухого веса корней в гр. на 1 гр сухого веса надземной части). Сарваш, 1957.

*Табл. 4.* Содержание сырой золы и  $\text{SO}_4$  в рисе в возрасте 2—3 листочков под влиянием различных доз и видов солей (в % от абсолютно сухого веса) Сарваш, 1958.



## Studies on the Salt Tolerance of Rice

I. PETRASOVITS and K. DARAB

Research Institute for Irrigation and Rice Growing, Szarvas, and Institute for Soil Research and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

### Summary

Physical and chemical properties of the soils have been found to be altered differently by different soluble mineral salts. It has been established that these changes are determined almost exclusively by the anion. Soils treated by  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  reacted with a significant increase in soluble salt content, and treatment with  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  or  $\text{NaHCO}_3$  resulted in a degradation of the soil's physical properties accompanied by a concurrent increase in pH, to enumerate only the most important changes in respect to seed germination and early development of plants.

Rice varieties differ in their sensitivity to salt concentration during germination. Of the seven varieties tested *Uzrosz17* and *Dunghan Shali* were found to be the most resistant, and *Precoce Allorio* the most sensitive. A most remarkable soda tolerance is exhibited by *Dunghan Shali*, due no doubt to the widespread cultivation of this variety in the country for more than 20 years, where most rice soils are characterized by a high  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  content.

The physiological toxicity of the three salts studied is different. Least toxic at equivalent concentrations is  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .  $\text{NaHCO}_3$  and  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  were found to be of different relative toxicities towards different rice varieties.

Plant height was reduced in response to increasing salt concentrations. Root length was increased by lower doses of added salts but this stimulation also changed into inhibition at higher salt doses.

The absolute dry weight of the aerial parts of rice plants was already reduced by lower salt doses. Dry weight reduction due to increasing salt concentration was found to be greater in shoots than in roots. It seems, that rice plants try to overcome the unfavourable conditions for water- and mineral nutrient uptake by the production of a relatively greater root system. The percentage water content of the aerial parts of rice plants germinated in soils of higher salt concentrations was found to be increased.

Salt excretion by the leaves, a process resembling guttation, has been observed on plants cultivated in the presence of exceedingly high  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  concentrations.

Raw ash content of the aerial parts was in most cases decreased by higher salt concentration of the soil. On the other hand, there was a linear increase in the  $\text{SO}_4$  content of the aerial parts due to the increasing  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  concentration in the soil.

*Fig. 1.* Crystallization of  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  on the soil surface.

*Fig. 2.* Physiological toxicity of the different salts.

*Fig. 3.* The effects of different concentrations of three salts on plant height and on the length of the main root of rice. (Measured 24 days after sowing.) 1. Plant height. 2. Length of the root.

*Fig. 4.* The effects of different concentrations of three salts on the absolute dry weight of rice plants (measured 20 days after sowing). 1. Aerial parts. 2. Roots.

*Fig. 5.* The effects of different concentrations of three salts on the percentage water content of aerial parts of rice plants. 1. Twenty days after sowing. 2. Forty days after sowing.

*Fig. 6.* The development of adventitious roots (1/e).

*Fig. 7.* The effects of added  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  on the early development of the rice variety *Dunghan Shali*. (From left to right: 1a, b, c, d, e.)

*Fig. 8.* Salt excretion by rice leaves.

*Table 1.* Composition of the water extracts of soils (1) Soil sample. (2) Dry residue. (3) pH.

*Table 2.* Percentage reduction in the germination of different rice varieties due to increasing concentrations of three salts. a) In soils saturated to water retaining capacity. b) In soils covered for 4 days with a 2 cm thick water layer.

*Table 3.* The effects of increasing concentrations of three salts on the ratio of dry weight of aerial parts and roots. Szarvas, 1957.

*Table 4.* The effects of increasing concentrations of three salts on the raw ash (and  $\text{SO}_4$ ) content of rice plants in the 3-leaf stage (per cent of total dry weight).