

SZEMLE

Az indiai szikes talajok tulajdonságai és hasznosításuk

ABROL és BHUMBLA [4] adatai szerint Indiában közel hét millió hektár a szikes talajok kiterjedése. E talajokat fizikokémiai tulajdonságaik, valamint a különböző agroklimatikus övezetekben való eloszlásuk alapján (1. ábra) nagyjából a következő csoportokba oszthatjuk:

1. Az Indo-Gangesz alluviális síkságainak szikes talajai

Punjab, Haryana, Uttar Pradesh, Delhi államok nagy területein, valamint Bihar és Rajasthan államok aránylag kisebb területein fordulnak elő. Kiterjedésük kb. 2,8 millió hektár ami azt jelenti, hogy az ország összes szikesének megközelítően 40%-át alkotják.

2. Tengerparti területek szikes talajai

Tengerparti szikesek India tengerpartjain végig megtalálhatók. Nyugat-Bengál, Orissa, Andhra Pradesh, Tamil Nadu és Kerala államok delta-vidékein, kiterjedésük kb. 1.4 millió hektár. Gujarat állam arid tengerpartjain kb. 0,7 millió hektárt foglalnak el. A tengerparti szikes talajok nagy része nehéz mechanikai összetételű s a bennük előforduló sók közül a semleges kémhatásúak dominálnak. Kerala államban e talajok a savanyú szulfát-típusú szikesekhez tartoznak, mivel pH-értékük 4 körül van.

3. A fekete talajok övezetében előforduló szikesek

Madhya Pradesh, Maharashtra, Karnataka és Andhra Pradesh államokban található. Kiterjedésük kb. 1,8 millió hektár. Valószínűnek látszik, hogy ez a terület növekedni fog a öntözés további fejlesztésével mindazokon a vidékeken, ahol jelenleg öntözés nem folyik. E talajok egyes területeken nagy sótartalmukkal, más helyeken lúgos kémhatásukkal, igen gyakran pedig mind a kettővel tűnnek ki. Általános szabály, hogy a talajok sótartalma a szelvény alsóbb szintjeiben növekszik.

E talajok is általában nehéz mechanikai összetételűek.

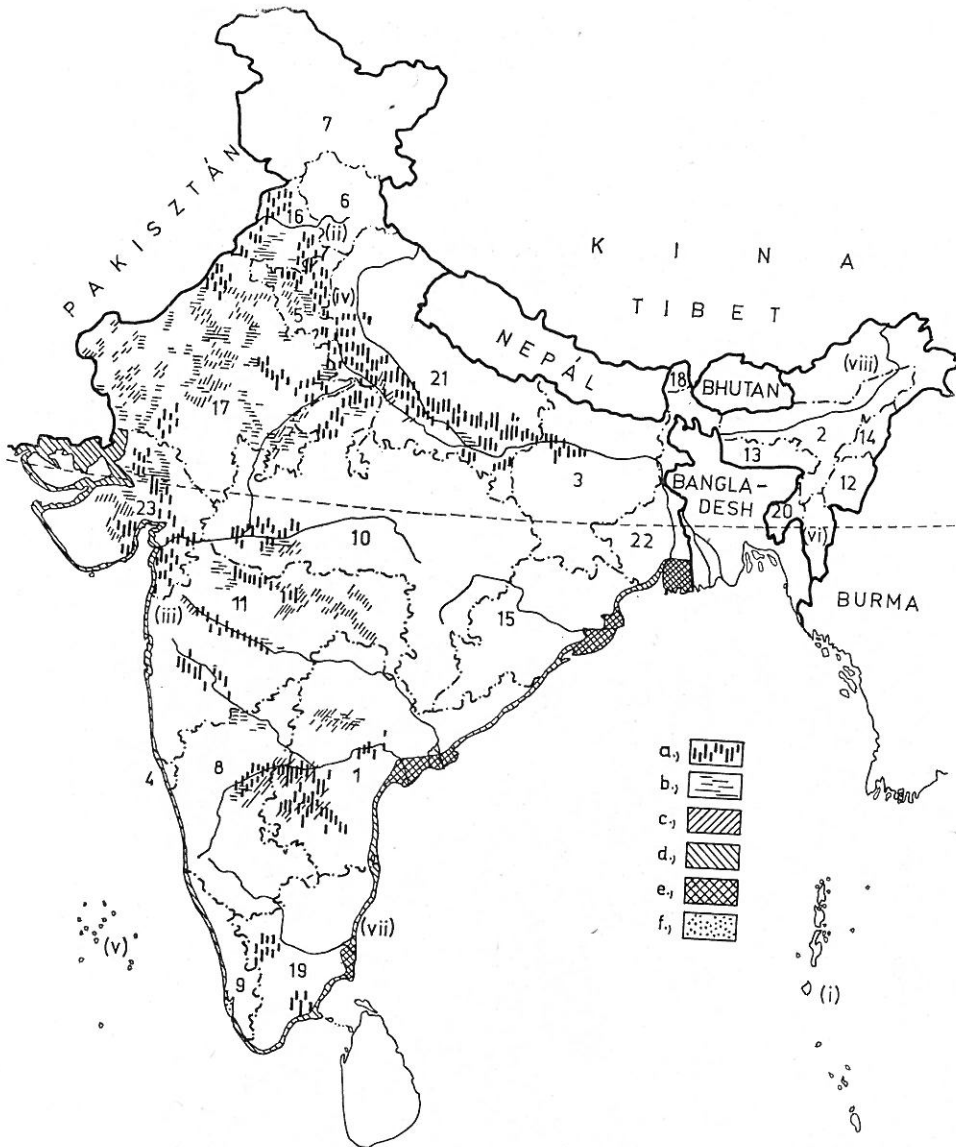
4. Az arid területek szikes talajai

Főként Gujarat, Rajasthan államokban és részben Haryana-ban, valamint Punjab-ban található. Igen jelentős szikesedési problémák jelentkeztek különböző területeken, ahol nem régen vezették be az öntözést, vagy növelték az intenzitását. Mindezeket a területeket úgy kell tekintenünk, mint potenciális szikeseket, mivel e talajok jelentős mennyiségű oldott sókat tartalmaznak különböző mélységekben. Az öntözés bevezetésével vagy kiterjesztésével a sók elhelyezkedése megváltozik és ha a gyökérszónába kerülnek, a talajok elszikesednek.

A talajviszonyok és a klimatikus viszonyok eltérő volta miatt a szikesedési probléma a különböző csoportokban más és más formában jelentkezik. Ezért e talajok javításának, illetve hasznosításának legmegfelelőbb módszerei szintén különböznek az egyes területeken. A feladatok további tanulmányozására és a kutatómunka összehangolására, valamint India szikes talajainak jobb hasznosítására irányuló tevékenységet jelenleg a Szikes Talajok Központi Kutató Intézete koordinálja, amelyet az indiai Mezőgazdasági Kutatási Tanács 1969-ben alapított. Az Intézet a Haryana állambeli Karnal-ban van. Megalakulása óta az Intézet munkatársai széles körű kutatómunkát folytattak az ország szikes talajainak tanulmányozására vonatkozólag, különösen az Indo-Gangesz Síkság területén. E dolgozat egyik fő célja, hogy e munkálatok lényegesebb eredményeit összefoglalja.

Az Indo-Gangesz alluviális síkságainak szikes talajai

E talajok morfológiai és analitikai jellemzői két tipikus pedonra vonatkoztatva az 1. táblázatban és a talajszelvények leírásában található. Ezen adatok, valamint az irodalmi források [10, 11, 21, 23,



1. ábra

India szikes talajai. *a)* Alkáli talajok; *b)* sós talajok; *c)* potenciálisan szikes talajok; *d)* tengerparti sós talajok; *e)* deltai sós talajok; *f)* savanyú szulfát-talajok. Államok: 1. Andhra Pradesh; 2. Assam; 3. Bihar; 4. Goa, Daman, Diu; 5. Haryana; 6. Himachal Pradesh; 7. Jammu & Kashmir; 8. Karnataka; 9. Kerala; 10. Madhya Pradesh; 11. Maharashtra; 12. Manipur; 13. Meghalaya; 14. Nagaland; 15. Orissa; 16. Punjab; 17. Rajasthan; 18. Sikkim; 19. Tamil Nadu; 20. Tripura; 21. Uttar Pradesh; 22. Nyugat Bengália; 23. Gujarat. Központi területek: (i) Andaman és Nicobar szigetek; (ii) Chandigarh; (iii) Dandra & Nagar Haveli; (iv) Delhi; (v) Lakshadweep; (vi) Mizoram; (vii) Pondicherry; (viii) Arunachal Pradesh

24, 31] az alábbi főbb jellemvonásokat foglalják össze az Indo-Gangesz Síkság szikeseire vonatkozóan. Ismét hangsúlyoznunk kell, hogy e típus alkotja a terület szikeseinek közel 80%-át.

Két jellemző szelvény leírása

I. Szelvény

Hely: 0,5 km-re északra Mainpuri-tól a Shikohabad-úton és 300 m-re észak-keletre a szanszkrit iskola-tól Nauner falu közelében, Uttar Pradesh.

Domborzat: Síkság, enyhé depresszió.
Anyakőzet: Alluvium.
Drenázs: Közepesen jó drenázs kívül, belső terület mérsékelt drénezett.

Talajvíz: Jelenleg körülbelül 2,5 m mélységben, ingadozás 2-5 m között.

Természetes növényzet: *Acacia nelotica* és füvek.

A (0-35 cm) Sárgás-barna (10 YR 5/4, m) finom homokos vályog, enyhén rögös és prizmás, közepesen kemény, plasztikus, Fe-Mn konkréciók, HCl-el pezsgés, kevés gyökér, közepes vízáteresztőképesség, csillámos rézsekkel tarkított homok a szelvény mentén.

B₁ (35-54 cm) Sárgás-barna (10 YR 4.5/4, m); homokos-vályog, közepesen rögös és prizmás, kemény, kötött, plasztikus, Fe-Mn konkréciók, átmérőjük kisebb mint 2 mm, kb. 3%-ban a talajban, erős kiválások, gyökér nem található, közepes vízáteresztőképesség, elmosódott határok.

B₂ (54-78 cm) Sötét sárgás-barna (10 YR 4/4 m), agyagos vályog, közepesen prizmás, kemény, igen kötött és plasztikus, Fe-Mn konkréciók, maximum 2 mm-es átmérővel. Kevés finoman színezett és jól elhatárolható sötét-barna (10 YR 3/3, m) pettyek, erős pezsgés, gyökerek nem található, közepes vagy gyenge vízáteresztőképesség, kevés agyag-bevonat, elmosódott határok.

B₃ (78-99 cm) Sötét sárgás-barna (10 YR 3.5/4, m); agyagos vályog, közepesen prizmás, elszíneződés, pettyek és CaCO₃ konkréciók hiányoznak, egyébként hasonló az előző szinthez, világos lágy átmenet.

C_{0a} (99-146 cm) Sárgás-barna (10 YR 5/4, m); homokos vályog kötött, kemény, nagyon halványan mutatkoznak a morfológiai elemek, igen enyhén plasztikus, CaCO₃ konkréciók 5×2 cm-es elhelyezkedésben, kb. 40%-ában a szintnek; enyhétől kifejezett sárgás-barna színű konkréciók, HCl-el erős pezsgés, gyökerek hiányoznak, közepes vízáteresztőképesség.

II. Szelvény

Hely: A Központi Szikkutató Intézet Kísérleti Telepén 3,5 km-re észak-nyugatra Karnal városától a Karnal-Kachhwa úton 245 m-re tengerszint-főlötti magasságnál, 75° 57' E hosszúsági és 29° 43' N szélességi foknál.

Domborzat: Enyhé depresszióban, sík.
Anyakőzet: Alluvium.

A₈ (0-10 cm) Világos sárgás-barna (2,5 Y 6/4 M); homokos vályog, morzsás szerkezetű, laza, törékeny, enyhé prizmatikus szerkezet és plaszticitás is felfedezhető, pettyek és konkréciók hiányoznak, sósavval erősen pezseg, gyökérmaradványok nem található, közepes vízáteresztőképesség, világos és éles határ.

B₂₁ (10-48 cm) Sötét sárgás-barna (10 YR 4/4 M); homokos vályogos agyag, enyhén vagy közepesen kifejezett blokkok, igen kötött és plasztikus,

pettyek nem található, Fe-Mn konkréciók előfordulnak, átmérőjük kisebb mint 2 cm, kb. a szint 1%-át foglalják el, sósavval erős pezsgés, gyökérmaradványok nem található, enyhé vízáteresztőképesség, elmosódott határ, csillámokkal rendelkező homokfoltok előfordulnak.

B₂₂ (48-76 cm) Sötét-barna (10 YR 4/3, m), agyagos vályog, mérsékelt-közepesen kifejlődött blokkok, igen kötött és plasztikus, kevés, helyenként közepes mennyiségű határozott sárgás barna (10 YR 5/6 M) pettyek: Fe-Mn konkréciók 5 mm-es átmérőig, kb. a szint 6%-ában fordulnak elő, kevés CaCO₃-konkréció (kb. 4 mm hosszú és 2 mm széles), gyökerek nem található, igen kis vízáteresztőképesség, elmosódott határ, kevés rézsekkel határozott agyag-bevonatok is előfordulnak.

B₃ (76-104 cm) Sárgás-barna (10 YR 5/4 m), agyag vályog, mérsékelt-közepesen kifejlődött blokkok, igen kötött és plasztikus, kevés, helyenként közepes mennyiségű határozott sárgás barna (10 YR 5/8 M) pettyek, Fe-Mn konkréciók 3 mm átmérőig a szint 2%-ában fordulnak elő, CaCO₃ konkréciók 5 mm átmérőig kb. a szint 5%-ában fordulnak elő. Gyengétől erős pezsgés sósav hatására, gyökerek nem található, igen kis vízáteresztőképesség határozott és éles átmenet a következő szintbe, kevés homok-folt csillámrézsekkel, kevés agyag-bevonat a talaj-rézsekkel.

C_{0a} (104-163 cm) Olajbarna (2,5 Y 4.5/4 M); agyagos vályog, masszív, kötött és igen plasztikus, pettyek hiányoznak, CaCO₃ konkréciók rendezetlen morfológiával és 5 cm hosszúságban kb. 60%-ban, igen erős pezsgés sósavval, gyökerek nem található, közepes vízáteresztőképesség.

1. A szóbanforgó talajok általában a domborzat kissé mélyebb elemein helyezkednek el, mint a környezetükben található nem-szikes talajok. Mindazon esetekben, mikor a talajok nedvessé válnak, akár öntözés, akár a csapadék következtében, különösen a monszun időszakában, a sófelhalmozódás, illetve a sók migrációja a talajokban megfigyelhető. E talajok előfordulhatnak néhány hektáros kis foltokban, de boríthatnak több ezer hektáros összefüggő területeket is.

2. A talajok sótartalmának maximuma a felső 30 vagy 60 cm-es rétegekben található. E mélység alatt a sótartalom esik és gyakorlatilag jelentéktelenné válik. Az oldható sók között főleg nátrium-karbonát fordul elő és csak kisebb mennyiségben szulfátok és kloridok (1. tábl.).

3. A kicserélhető nátrium-tartalom (ESP) igen magas az egész talajszelvényben és gyakran eléri, vagy meghaladja a 90-es értéket a talajok felső, 1 méteres szintjében. Ezt a jelentős oldható karbonáttartalommal magyarázhatjuk, amely a kétvegyértékű ionokat, akár oldható, akár kicserélhető formában vannak jelen, kicseréli. A talajok pH-értéke is ennek megfelelően nagy és az 1:2 talaj-vizes szuszpenzióban általában eléri a 10,5-öt. A talajok vízáteresztő képessége igen kicsi

A talajok fizikai

Mélység cm	pH	Elektro- mos ve- zetőké- pesség	A feltéti kivonatanban mgé/l							
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
<i>I. Profil</i>										
0—35	10,4	29,25	0,4	1,2	370,2	0,1	105,0	182,0	74,5	29,5
35—54	10,3	22,23	0,4	0,6	362,0	0,1	80,0	145,0	60,5	18,0
54—78	10,2	15,20	0,6	0,7	193,0	0,1	40,0	76,0	60,0	14,7
78—99	10,2	10,08	0,6	0,7	112,8	0,1	27,0	29,5	48,0	12,6
99—146	10,0	7,68	0,9	1,7	76,6	ny	22,0	15,5	35,0	4,7
<i>II. Profil</i>										
0—10	10,6	22,34	0,7	0,2	248,3	0,4	141,6	136,2	6,6	3,9
10—48	10,2	6,28	1,0	0,2	81,9	0,1	56,4	20,4	2,8	1,7
48—76	9,8	4,19	0,7	0,2	49,1	0,1	26,8	19,6	0,8	1,1
76—104	9,5	2,34	1,0	0,5	25,3	0,1	5,6	17,4	1,4	0,6
104—163	9,6	1,31	1,0	0,5	12,3	0,1	3,8	7,8	0,3	0,5

és a vízbefogadó képesség mértéke gyak-
ran kisebb, mint napi 0,5 cm.

4. A talajok különböző mértékben tar-
talmaznak kalcium-karbonátot. Ugyancsak
különböző a kalcium-karbonát felhalmo-
zódásának szintje és a konkrét meg-
jelenése, amelyeket helyi névvel „kankar”
nak neveznek és amelyek általában a talaj
felső 1 méteres szintjében fordulnak elő.

5. E vidékeken a talajvíz szintje jelen-
tős mértékben fluktuál. Legközelebb talál-
ható a felszínhez közvetlenül a monszun-
időszakot követő periódusban és legmélyeb-
ben június hónapban, azaz az esős évszak
beköszöntése előtt (2. ábra).

Az öntözővíz forrásai és minősége

Az Indo-Gangesz alluviális síkságain
jó öntözőcsatorna-hálózat található. Az
öntözővíz a felszíni vizekből táplálkozik,
amelyek általában olyan folyóvizek, me-
lyek az olvadó hóból táplálkoznak. Ezen
túlmenőleg a legtöbb helyen jó minőségű
talajvizek is felhasználhatók csökutas ön-
tözésre. Az Intézet kísérleti telepének
egyik csökútjából származó víz ionössze-
tételének adatait tartalmazza a 2. táblá-
zat. Az adatok jól mutatják, hogy igen
kedvező az egy- és kétértékű kationok
aránya. A víz elektromos vezetőképessége
csekély, 400 mmhos/cm 25 °C-on.

A javítás módszerei

A fenti adatok alapján látható, hogy
a talajok rossz termékenységének alapvető

oka jelentős kicserélhető nátriumtartalmuk
és ezzel kapcsolatos kedvezőtlen talaj-
fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságaik,
amelyek jellemzőek az Indo-Gangesz allu-
viális síkság szikes talajaira. Az elmúlt
években több kísérletet folytattunk a terü-
letet jól jellemző szikeseken, a legsürgő-
sebb gyakorlati problémák megoldására.
Alapvető cél volt a kísérletekben, hogy a
gyakorlat számára is használható módsze-
reket adjunk, amelyekkel a gazdálkodók
nagy mértékben és jelentős területeken
növelhetik talajaik termékenységét és
ezáltal a termésátlagokat. Az alábbiakban
összegezni kívánjuk néhány ilyen kísérlet
eredményét.

A terület előkészítése és kimosása

Az Indo-Gangesz alluviális síkságainak
szikes talajai sík területen foglalnak helyet.
Azonban rossz vízáteresztő képességük kö-
vetkeztében aránylag csekély térszíni kü-
lönbségek is a kiáradt víz, vagy a csapadék
talaj felszínén való stagnálásához vezet-
nek. Ezért nagyon lényeges, hogy meg-
akadályozzuk azt, hogy a környező terü-
letekről ezekre a talajokra víz kerüljön a
javítás folyamán. Abból a célból, hogy
egyenletes kilúgást biztosítsunk, valamint
lehetőséget teremtsünk a későbbi rizs-
termesztésre, a talajfelszín planirozása kü-
lönösen lényeges követelmény. Tekintet-
tel arra, hogy az egyes gazdálkodók terü-
letei, valamint anyagi és fizikai lehetőségeik
korlátozottak, 100 × 20 vagy 100 × 10 mé-
teres táblák planirozását javasoltuk a to-
vábbi műveletek céljára.

táblázat

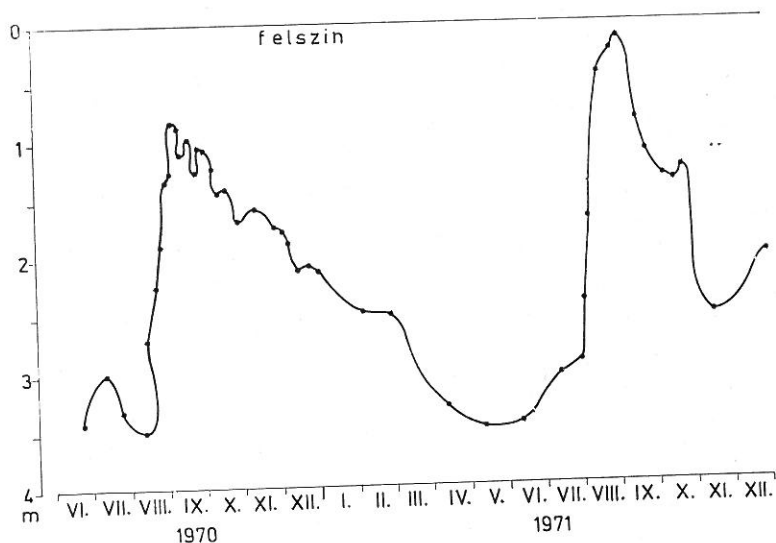
és kémiai tulajdonságai

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Kicszerélhető		CaCO ₃ <2mm	Homok	Vályog	Agyag
				kation kapaci- tás	Na %				
mgeé/100 g				%					
ny	ny	8,0	0,3	8,4	95,4	2,5	65,4	16,8	14,3
0,2	0,3	9,4	0,3	10,5	89,5	3,0	49,8	26,5	19,3
0,2	0,3	11,7	0,3	13,2	88,6	3,5	35,7	34,7	27,1
0,6	0,7	13,2	0,2	14,9	88,5	5,0	30,8	30,3	32,7
0,6	0,7	3,1	0,1	6,2	59,6	16,0	46,1	21,1	21,6
ny	ny	4,9	0,2	5,1	96,0	5,1	67,5	17,6	12,2
0,2	0,4	8,1	0,4	8,9	91,0	8,9	55,8	23,4	18,5
0,5	0,4	8,3	0,3	9,4	88,2	9,4	46,0	29,5	22,2
0,9	0,7	10,7	0,5	12,6	85,0	12,6	36,2	28,4	29,3
2,1	1,6	9,5	0,4	13,8	69,2	13,8	27,4	38,4	30,7

A kilúgzás ideje

Kilúgzásra legalkalmasabb az áprilistól júniusig terjedő időszak. Ebben az időszakban található a legtöbb só a talajok felszínén és ekkor van a legmélyebben a talajvíz szintje. Ugyancsak megállapítható, hogy az évnél ebben a szakában a leg-

szárazabb a talaj. A talajok kiszáradásukkal egyidőben repedeznek és a nagy rögök széttöredeznek. Ennek a folyamatnak a során a talaj bizonyos értelemben porózus- sá és vízáteresztővé válik. A sóknak a gyökérszónából való kimosása ebben az időszakban kedvezően hat a következő rizstermesre. Midőn a talajok felső rétegét



2. ábra

A talajvízszint ingadozása az indiai Központi Szikkutató Intézet Karnal-i telepén.
Függőleges tengely: a talajvízszint mélysége, m

2. táblázat
Az öntözővíz ionösszetétele

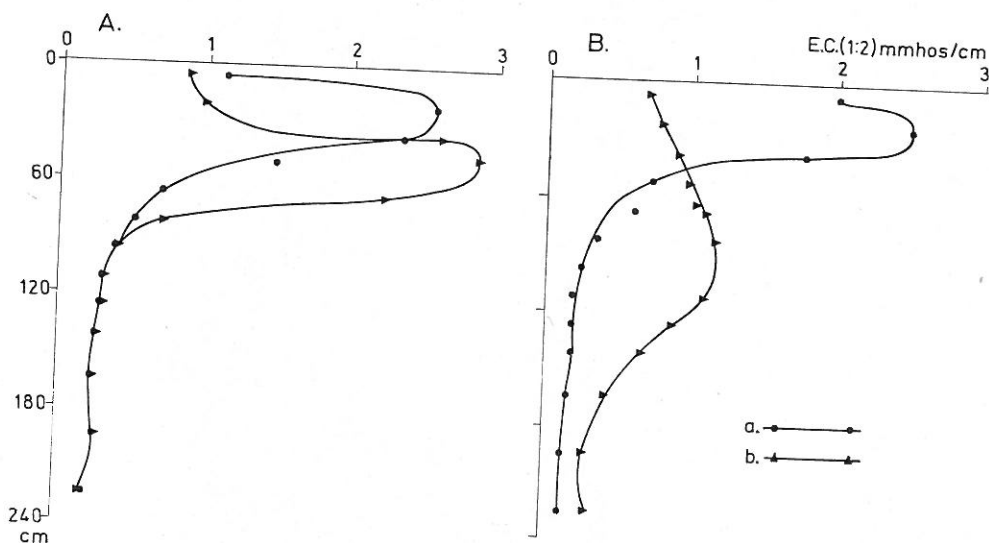
Ionok	Mennyiség, mgé/l
Ca ²⁺ + Mg ²⁺	3,34
Na ⁺	0,52
CO ₃ ²⁻	0,30
HCO ₃ ⁻	3,10
Cl ⁻	1,30

a sóktól kimostuk, a további kilúgást az elárasztás is biztosítja a rizstermesztés során. Az igen szódás talajok, amelyek az Indo-Gangesz síkságain gyakran megtalálhatók, különösen rossz vízáteresztő képessége megnehezíti a kimosódást. Ilyen körülmények között tehát kémiai javítóanyagokat is alkalmazunk kell, hogy ezáltal a talajok vízáteresztő képességét növeljük, kilúgódását elősegítsük. Szabadföldi kísérleteket [5] folytattunk 45 napig gipsz alkalmazásával (14,5 tonna/hektár) és gipsz alkalmazása nélkül. A javítóanyag kedvező hatása jól mutatkozott, mint azt a 3. ábra is mutatja. Ennek az ábrának az adataiból világosan látszik,

hogy a gipsz elősegítette a sótartalom maximumának mélyebbre kerülését, illetve csökkenését.

A kilúgzás módszere

BIGGAR és NIELSEN [13], KELLER és ALFARO [25] bebizonyították, hogy a sók kimosásának hatékonysága, ha azt az alkalmazott víz egységnyi mennyiségére számítjuk, befolyásolható a víz mozgásának sebességével, valamint a talaj nedvességtartalmának szabályozásával. Szabadföldi kísérletekben egyrészt közbenső árasztással, vagy közbenső permetezéssel is próbálkoztunk. ABROL és BHUMBLA szabadföldi kísérleteiből, melyeket az intézetben folytattak, bizonyítást nyert, hogy az adott esetben az időszakos elárasztásnak az állandó árasztással szemben nincs előnye. Ez a tény a talajok rossz vízáteresztő képességével magyarázható. DAHIYA és ABROL [14] laboratóriumi kísérletekben bebizonyították, hogy az időszakos árasztás csupán a könnyebb mechanikai összetételű talajokon jár eredménnyel, miután a nehéz mechanikai összetételű talajok még állandó elárasztás esetében is kedvezőtlen vízáteresztő képességük miatt gyakran telítetlenek maradnak és sikertelen az infiltrációnak a befolyásolása ilyen viszonyok között.



3. ábra

Folyamatos áztatás hatása a talaj sótartalmára. A) Gipsz nélkül. B) Gipsz hozzáadásával. a) Kimosás előtt; b) Kimosás után. Vízszintes tengely: elektromos vezetőképeség, (1 : 2) mmhos/cm. Függőleges tengely: mélység, cm

3. táblázat

A sók eloszlása a talajban és a paddy rizs termése az alkalmazott rizsszalma mulch vastagságának függvényében (ABROL és DHANKAR [7] adatai alapján)

Mintavételi mélység, cm	Elektromos vezetőképesség az 1:2 talaj-víz szuszpenzióban, mmhos/cm			
	A rizsszalma-réteg vastagsága (cm)			
	0	3	5	8
0-15	1,51	0,91	0,68	0,62
15-30	2,36	1,26	0,92	1,02
30-45	2,14	1,99	1,50	1,45
45-60	1,56	2,04	1,70	1,41
Paddy rizs termés (q/ha)	28,9	39,5	58,1	61,4

DHANKAR [19], ABROL és DHANKAR [9] különböző szabadföldi kísérletekben bebizonyították, hogy a kilúgzást elősegíti rizsszalmának a talaj felszínén való alkalmazása, amely a mulch-réteg szerepét tölti be.

Szabadföldi kísérletben 0 (kontroll), 3, 5 és 8 cm vastag rétegben rizsszalmát szórtak a talaj felszínére az esős időszak előtt. A 3. táblázat megmutatja az oldható sók eloszlását a kezelés után 1 évvel. Ugyancsak feltünteti a táblázat a rizs termésátlagait is kezelésenként. A táblázat jól mutatja, hogy minél vastagabb volt az alkalmazott rizsszalma-réteg, annál inkább csökkent a sótartalom a talaj felső szintjeiben. Mivel az oldható sók nagy része szóda, a kilúgzódás magával hozta a talajok pH-, valamint ESP-értékének a csökkenését is, s a paddy rizs termése a kezeléseket követően ugyancsak párhuzamosan növekedett az alkalmazott rizsszalma-réteg vastagságával.

Ezek az adatok jól mutatják, hogy a rizsszalmával történő mulch-kezelés hatásos módszer a kilúgzás előmozdítására és a termésátlagok növelésére.

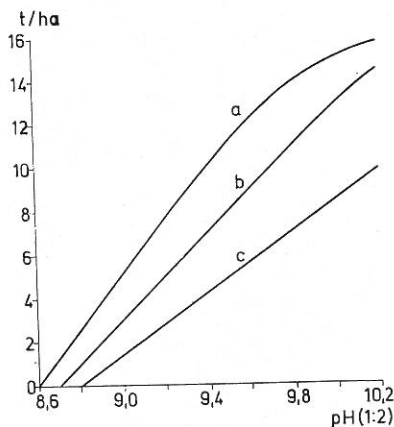
Javítóanyagok

Mivel a magas ESP értékek okozzák a talaj kedvezőtlen fizikai tulajdonságait és a talajban jelen levő szóda az oldható és kicserélhető kalcium-ionok nagy részének kicsapódását eredményezi, kémiai javításra van szükség. Tekintettel arra, hogy a kalcium-ionok nemcsak a jó talajszerkezet kialakulásához nélkülözhetetlenek, hanem mint növényi tápanyagok is szükségesek, oldható kalciumvegyületeket kell

alkalmazni e talajok javítása során. A gipsz a legolcsóbb és leghozzáférhetőbb a Ca-tartalmú javítóanyagok között, ezért alkalmazzák széles körben az alkáli talajok javítására. Tekintettel azonban arra, hogy a javítás gazdaságossága fontos szempont, néhány kérdést a gipsz alkalmazásával kapcsolatban is tisztáznunk kell.

A gipszadagok

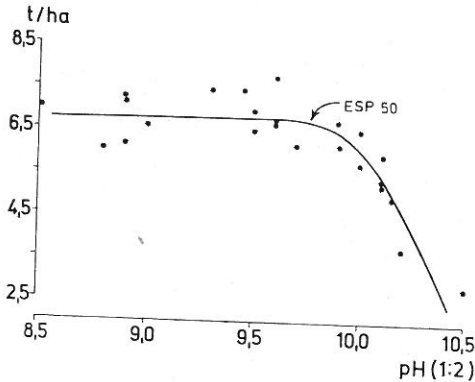
A gipszadagok a szikes talajok javításánál olyan tényezőktől függenek, mint a kicserélhető nátriumtartalom, a kicserélődés kívánt mértéke, a megjavítandó talajréteg vastagsága, valamint a természetű növény. BHUMBLA és ABROL [12] szabadföldi kísérletekben bebizonyították, hogy búza- és rizstermesztés esetében a tényleges gipszigény sokkal kisebb lehet a SCHOONOVER-féle eljárással megállapítottánál [30]. Ennek az az oka, hogy a laboratóriumi vizsgálatoknál az oldható karbonátok reakcióba lépnek a gipszoldattal és így módon a kiszámított gipszigény magasabb. Szabadföldi viszonyok között azonban bizonyítást nyert, hogy az oldható karbonátok nem a laboratóriumival egyenlő mértékben reagálnak a felületre adott gipszszel [6] és ezért a laboratóriumi módszerek túlzottan magas értékeket adnak a gipszadagok kiszámításánál. ABROL és munkatársai azt tanácsolják [7], hogy a



4. ábra

A talaj pH-ja és a gipszigény közötti összefüggés az Indo-Gangesz síkság szikes talajaiban. Vízsztens tengely: pH, 1:2 talaj: víz szuszpenzióban. Függőleges tengely: gipszigény, t/ha. a) agyagtalaj; b) vályogtalaj; c) homoktalaj

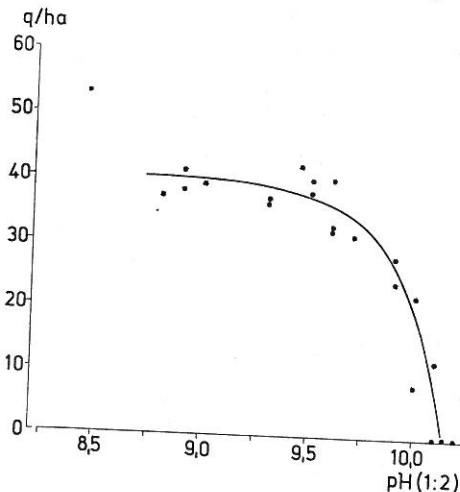
SCHOONOVER-féle meghatározási módszert úgy kell módosítani, hogy előzőleg az oldható karbonátokat ki kell mosni a talajból. A 4. ábrán található görbék jól jelzik a gipszígényt egy 15 cm mély felszíni réteg megjavítása esetében. Úgy találtuk, hogy ennek a görbének az alapján adagolt gipszdózisok, egyéb termesztési módszerekkel



5. ábra

A rizs termése a talaj pH függvényében.
Függőleges tengely: termés, t/ha

együtt, sekély gyökérrendszerű növények esetében, mint például a rizs vagy a búza, igen jó terméseket eredményeztek. A gipszet ajánlatos a rizs palántázása előtt 10–15 nappal alkalmazni. Köztudomású hogy a rizs a búzával összehasonlítva aránylag



6. ábra

A búza termése a talaj pH függvényében.
Függőleges tengely: termés, t/ha

jelentős ESP-értékeket is tolerál. Szabadföldi kísérletek azt mutatták, hogy a rizst csupán 55-ös ESP-értéknél érte jelentős károsodás (5. ábra). Búza esetében már a 30-nál magasabb ESP komoly termés-csökkenést okoz (6. ábra). Túlnemőleg ezen, míg a rizs esetében az ESP-értékeknek a felső 15 cm-ben történő csökkentése elegendő ahhoz, hogy jó termést kapjunk, a búza esetében vastagabb talajréteg megjavítása szükséges. A gipsznek a palántázás előtt néhány nappal való alkalmazása a kellő szintre csökkenti az ESP-értékeket. A kimosódás, az alkalmazott gipsz további oldódása és a rizsnövény fejlődése a talaj további javulását eredményezi. A rizs aratásának idejére az ESP már kellőképpen lecsökken ahhoz, hogy a rizs után vetett búza is jó termést hozzon. Az utóbbi hat év kísérletei azt mutatták, hogy rizs–búza vetésciklus esetén folyamatosan javulnak a talaj tulajdonságai. Ez annak a következménye, hogy a sók a mélyebb rétegekbe mosódnak le, és hogy a kicserélhető nátriumionok helyét elfoglalja a részben az adagolt javítóanyagból származó, részben a talaj eredeti kalciumkarbonát-tartalmából mobilizálódó kalcium.

A gipszeszés módszere

Szabadföldi kísérletekben vizsgáltuk, mennyiben befolyásolja a gipszeszés módszere a talajtulajdonságokat és a növények terméshozamát. A kapott adatokat a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

A gipsz (13,5 t/ha) talajbakeverési mélységének hatása az árpa, a rizs és a búza termésére (KHOSLA és munkatársai [27] adatai alapján)

Bekeverési mélység cm	Termés (q/ha)		
	árpa	rizs	búza
10	26,37	70,21	32,80
20	24,59	60,52	31,57
30	5,34	56,44	20,00

A kísérletekben 13,5 t/ha gipszadagot alkalmaztunk. Ezt a mennyiséget a talaj felszínére kiszórtuk, illetve a talaj felső 10, 20 vagy 30 cm vastag rétegébe belekevertük. A kísérleti területen egymást követően árpát, rizst és búzát termesztünk. A 4. táblázatból látható, hogy a legjobb terméseredményeket abban az esetben kaptuk, amikor a gipszadagot a talaj felső 10 cm-es rétegébe kevertük bele.

5. táblázat

A csomónkénti növényszám hatása a palánták megmaradási százalékára, a burgonyaszámra és a termésre (DARGAN és munkatársai [15] adatai alapján)

Növény- szám/csomó	Palánták megmaradási %-a	Bugszám/ csomó	Szem	Szalma	Szentermés q/ha
			q/csomó		
2	61,8 a	8,03 a	9,93 a	16,73 a	24,57 a
4	72,2 b	9,70 b	11,88 b	20,14 b	32,55 b
6	75,0 c	10,38 c	12,98 c	21,66 c	37,65 c

Ebből következik, hogy sekély gyökerrendszerű növények esetében aránylag kis mennyiségű javítóanyag felületi alkalmazása is kedvező. Ha viszont az adott mennyiséget vastagabb talajréteggel keverjük össze, az a gipsz „hígulását” eredményezi, és a talajtulajdonságok javulása viszonylag kisebb mértékű.

Mezőgazdasági gyakorlat és növénytermesztés alkáli talajokon

Míg a kimosás és a kémiai javítás elengedhetetlen abból a célból, hogy sómentes gyökérszónát kapjunk, ahol a kicserélhető nátriumionok mennyisége csekély, a megfelelő agrotechnikai módszerek alkalmazása is előfeltétele a jó termésátlagok biztosításának, különösen a javítás első éveiben. A következőkben röviden ismertetünk néhányat a legfontosabb módszerek közül.

Tócsásítás

A rizsterületek „tócsásítása” a rizs palántázása előtt általános gyakorlat. Fő célja a vízveszteségek csökkentése, és a gyomok elleni védekezés.

Erősen lúgos szikeseken a gyomok nem okoznak komoly problémát, és ezeknek a talajoknak nagyon kicsi a vízáteresztő képességük. Eppen ezért esetünkben nem javasoljuk a fenti módszer alkalmazását, legalábbis néhány évig a javítás megkezdése után. Egy kísérletben vizsgáltuk a tócsásítás hatását, és megállapítottuk, hogy a javítás első évében alkalmazva kifejezetten káros; jelentősen csökkentette a rizstermést.

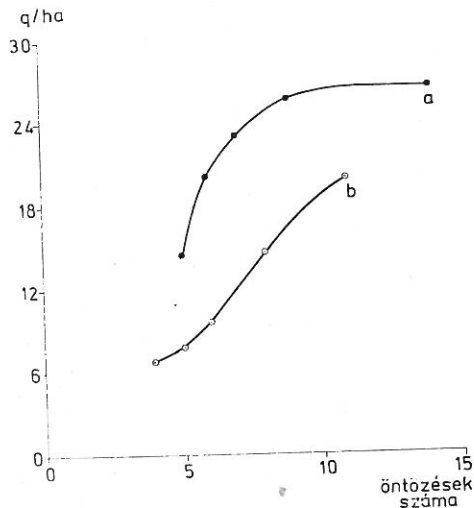
Növénypopuláció és fajta kérdések

Közismert, hogy a kezdeti növényszám nagymértékű növelése, vagy nagyobb számú palánta elültetése némileg ellensúlyozza a csökkent csírázást és a palánta-pusztulást

szikes talajokon. Szabadföldi kísérletben vizsgáltuk ennek a módszernek a hatását rizsnövények esetében. A kapott eredményeket, amelyek a kísérletben alkalmazott 7 fajta átlagát tükrözik, az 5. táblázatban közöljük.

Világosan látható, hogy a paddy rizs termése szignifikánsan növekedett, és hasonló megfigyeléseket tettünk búza esetében is. Ennek alapján a nem-szikes talajokon alkalmazott vetőmagmennyiség 15-20%-os növelését javasoljuk kedvezőtlen talajviszonyok között.

A megfelelő fajták kiválasztása szintén előfeltétele a magas termések elérésének. Ámbár a nemesítők kiterjedt vizsgálatokat folytattak a kedvezőtlen talajtulajdonságokat tűrő fajták előállítására, mégis azt mutatják az eredmények, hogy csak a



7. ábra

Az öntözés hatása a búza szemtermésére. Független tengely: termés, q/ha. a) Talaj pH 9,0; b) talaj pH 9,5

közepesen magas termésű rizs- és búza-fajtákat lehet sikeresen alkalmazni az adott kedvezőtlen viszonyok mellett.

Öntözés

A jó termés elérésének lényeges feltétele, hogy a növények gyökérzónáját megfelelő időközönként a szükséges vízmennyiséggel ellássuk. Az öntözés mélységét és a két öntözés közötti időtartamot a klimatikus viszonyok, a talaj vízáteresztő és víztartó képessége, valamint a gyökérrendszer nagysága és behatolási mélysége határozza meg elsősorban. Míg a gipsz alkalmazása a talajok kalcium-gazdálkodását, és ennek megfelelően fizikai tulajdonságait a felső néhány cm-es rétegben megjavítja, a mélyebb rétegek erősen szódásak maradnak és vízgazdálkodási sajátosságuk sem javul meg. ABRÓL és ACHARYA [3] kísérletei megmutatták, hogy a gyökök talajba való hatolása korlátozott ilyen esetekben. Tekintettel arra, hogy a víztartó és vízáteresztő képesség kedvezőtlen a gyökérzónában, intenzív öntözés kívánatos. Például búza esetében a vegetációs időszak során szikes talajokon 9–10 alkalommal kellett öntözni (7. ábra), míg nem szikes talajokon 4–5 öntözés elegendőnek bizonyult [20].

Trágyázás és műtrágyázás

A műtrágyák megválasztása, alkalmazásuk módszere és a szükséges mennyiség főképpen a talajviszonyoktól függ. NITANT [28] laboratóriumi kísérletekben bemutatta, hogy alkálikus talajokon a karbamid hidrolizációja csökkent mértékű, mert a magas pH-értékek, és a jelenlévő szabad karbonátok gátolják az ureáz enzim aktivitását. Ezekben a talajokon a nitrít-felhalmozódás ugyancsak jelentős nagy

6. táblázat

A különböző N-források és N-adagok hatása a paddy rizs termésére szikes talajon (NITANT [29] adatai alapján)

N kg/ha	N-forrás		
	ammónium-szulfát	kalcium-ammónium-nitrát	karbamid
60	37,5	29,3	32,6
120	51,3	42,8	43,3
180	63,0	58,0	59,1
SzD ₅ %		3,90	

karbamid adagok esetében. Fenti okok miatt, amelyekhez még a műtrágyák lehetséges közvetlen hatása a talajoldat összetételére is hozzájárul, úgy találták, hogy alkálikus talajokon az ammónium-szulfát mutatkozik a legjobb nitrogénforrásnak [22] (6. táblázat).

A karbamid levéltrágyaként való alkalmazása viszont igen kedvezőnek mutatkozott mind a rizs, mind a búza esetében az adott szikes talajokon (7. táblázat).

7. táblázat

A talajba adott vagy levéltrágyaként alkalmazott karbamid hatása a paddy rizs és a búza termésére alkáli talajon (DARGAN és munkatársai [16, 17] adatai alapján)

Kezelés, N kg/ha	Alkalmazás módja	Termés, q/ha	
		Paddy rizs	Búza
Kontroll+	—	43,6	19,5
20	Talajra (1)*	52,1	25,1
40	Talajra (2)*	55,2	36,2
60	Talajra (2)*	55,8	45,3
20	Levéltre (2)**	63,2	42,4
40	Levéltre (4)**	66,9	45,2

+ 80 kg/ha N alapdózist — karbamid formájában — minden kezelésben adtak, a kontrollt is beleértve.

* Az adag megosztásának száma.

** Permetezések száma.

Az adatokból látható, hogy a megfelelő műtrágyák kiválasztása és az alkalmazás módja igen fontos a szikes talajokon. Több kísérlet eredménye mutatja azt is, hogy nagyobb N-dózisok kiadagolása szükségesebb mint más, nem szikes talajok esetében.

Néhány nyomelem felvehetősége rendkívüli mértékben függ a pH-tól. Így pl. a cink oldhatósága közel százszorososan csökken a pH-érték egy egységnyi növekedésével. DARGAN és munkatársai [18] szabadföldi kísérleti eredményeiből látható, hogyan befolyásolja a Zn-trágyázás hatását az egyidejű gipszezés és istállótrágyázás (8. táblázat).

A táblázat adataiból jól látható, hogy amikor csak gipszet alkalmaztak, a Zn hatására a paddy rizs termése 22 q/ha-ral emelkedett. Ez a hatás csökkenő tendenciát mutatott, ha a gipszet növekvő istállótrágya-adaggal együttesen alkalmazták.

8. táblázat

Cink-, gipsz és istállótrágya-kezelés hatása a paddy rizs termésére

Kezelés*	Paddy rizs termés, q/ha	
	Zn nélkül	Zn alkal-mazásával**
Kontroll	54,2	72,1
Istállótrágya, 25 t/ha	66,1	78,4
Istállótrágya, 50 t/ha	76,8	84,5
Gipsz 11/ha	66,9	88,6
Gipsz 11 t/ha + istállótrágya, 25 t/ha	77,4	92,2
Gipsz 11 t/ha + istállótrágya, 50 t/ha	83,5	88,9

* A gipsz és az istállótrágya az előző veteményre lett kiadagolva.

** A cinket ZnSO₄ formájában, 45 kg/ha dózisban palántázás előtt adták.

Az eredmények világosan mutatják, hogy Zn-trágyázás hatására már a javítás első éveiben jó termés nyerhető alkáli talajokon.

Összefoglalás

Számos kísérlet eredményét mutattuk be annak a bizonyítására, hogy a nem szikes talajokon szokásos trágyázási, öntözési és egyéb agrotechnikai módszerek nem alkalmazhatók változatlan formában alkáli talajokon. Amennyiben a megfelelően módosított módszerekkel talajjavítással, valamint megfelelő talajműveléssel és vízgazdálkodással együtt alkalmazzuk, már a javítás első éveiben jó termés takarítható be rizsből és búzából. Az indiai viszonyok között a magas termésátlagok még kis gazdálkodók számára is gazdaságossá teszik a talajjavítást, mivel a költségei hamar megtérülnek

Irodalom

[1] ABROL, I. P.: A study of the effect of added nutrients on plant growth in a sodic substrate. *Trans. 9th Intern. Congr. Soil Sci.* 2. 585-595. 1969.

[2] ABROL, I. P.: Recent advances in fertilizer use in salt affected soils. *Fertilizer News* 19. 12-16. 1974.

[3] ABROL, I. P. & ACHARYA, C. L.: Soil Water behaviour and irrigation frequencies in soils with physical constraints. *Proc. Second World Congr. Water Resources.* New Delhi, 1. 335-342. 1975.

[4] ABROL, I. P. & BHUMBLA, D. R.: Saline and alkali soils in India - their occurrence and management. *World Soil Resources Rep. No. 41.* 42-51. FAO. Rome. 1971.

[5] ABROL, I. P. & BHUMBLA, D. R.: Field studies on salt leaching in highly saline sodic soils and their significance. *Soil Sci.* 115. 429-432. 1973.

[6] ABROL, I. P. & DAHIYA, I. S.: Flow associated precipitation reactions in saline-sodic soils and their significance. *Geoderma.* 11. 305-312. 1974.

[7] ABROL, I. P. & DHANKAR, O. P.: In salt affected areas - mulching aids in crop growth. *Indian Farming.* 23. (1) 26-29. 1973.

[8] ABROL, I. P., DAHIYA, I. S. & BHUMBLA, D. R.: On the method of determining gypsum requirement of soils. *Soil Sci.* 120. 30-36. 1975.

[9] ABROL, I. P., DARGAN, K. S. & BHUMBLA, D. R.: Reclaiming alkali soils. *Bull. No. 2. Centr. Soil Salinity Res. Inst. Karnal.* 1973.

[10] BHARGAVA, G. P., SINGHLA, S. K. & ABROL, I. P.: Characteristics of some typical saline sodic soils occurring in Karnal district, Haryana. *Rep. No. 2. Div. Soils and Agronomy, Centr. Soil Salinity Res. Inst. Karnal.* 1972.

[11] BHARGAVA, G. P., SINGHLA, S. K. & ABROL, I. P.: Physico-chemical characteristics, taxonomy and sodicity index of some alfisols and aridisols of the Indo-gangetic alluvial plains. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, (1975)

[12] BHUMBLA, D. R. & ABROL, I. P.: Effect of application of different levels of gypsum on the yield of rice, wheat and barley grown in a saline sodic soil. *Proc. Intern. Symp. on New Development in the Fields of Salt Affected Soils. Cairo.* 1972.

[13] BIGGAR, J. W. & NIELSEN, D. R.: Miscible displacement. II. Behaviour of tracers. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 26. 125-128. 1962.

[14] DAHIYA, I. S. & ABROL, I. P.: The redistribution of surface salts by transient and steady infiltration of water into dry soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 22. 209-216. 1974.

[15] DARGAN, K. S., ABROL, I. P. & BHUMBLA, D. R.: Performance of rice varieties in a highly saline sodic soil as influenced by plant population. *Agron. J.* 66. 279-280. 1974.

[16] DARGAN, K. S., HARISH CHANDER & BHUMBLA, D. R.: In saline-alkali soils - Urea spraying for more paddy. *Indian Farming* 20. (11) 9-12. 1973.

[17] DARGAN, K. S., NITANT, H. C. & BHUMBLA, D. R.: In alkali soils urea spraying for saving nitrogen and more wheat. *Indian Farming.* 1974.

[18] DARGAN, K. S. et al.: Effect of gypsum, farmyard manure and zinc on the yield of berseem, rice and corn growth in a highly sodic soil. *Indian J. Agric. Sci.* 1976 (Accepted).

[19] DHANKAR, O. P.: Effect of mulches and gypsum on salt and moisture distribution and on crops growth in a saline sodic soil. *Ph. D. thesis. Coll. Agric. Haryana Agric. Univ. Hissar.* 1972.

[20] GAUL, B. L., ABROL, I. P. & DARGAN, K. S.: Frequent and light irrigations best of saline sodic soils. *Indian Farming* 23. (4) 14-15. 1973.

[21] GOVINDARAJAN, S. V. & MURTY, R. S.: Physico-chemical properties of some alluvial soils containing high sodium carbonate in the Indogangetic basin. *Agrokémia és Talajtan* 18. Suppl. 243-245. 1969.

[22] HARISH CHANDER & ABROL, I. P.: Effect of three nitrogenous fertilizers on the solution composition of a saline sodic soil. *Comm. Soil. Sci. Plant Anal.* 3. 51-56. 1972.

[23] KANWAR, J. S. & BHUMBLA, D. R.: Physico-chemical characteristics of sodic soils of the Punjab and Haryana and their amelioration by the use of gypsum. *Agrokémia és Talajtan.* 18. Suppl. 315-320. 1969.

[24] KANWAR, J. S. & SEHGAL, J. L.: Classification of saline soils and normal soils of Karnal district. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 10. 19-26. 1962.

[25] KELLER, J. & ALFARO, J. F.: Effect of water application rate on leaching. *Soil Sci.* 102. 107-115. 1966.

[26] KHOSLA, B. K. & ABROL, I. P.: Effect of gypsum fineness on the composition of saturation extract of a saline sodic soil. *Soil Sci.* 113. 204-206. 1972.

[27] KHOSLA, B. K. et al.: Effect of depth of mixing gypsum on soil properties and yield of barley, rice and wheat grown on a saline sodic soil. *Indian J. Agric. Sci.* 43. 1024-1031. 1973.

- [28] NITANT, H. C.: Urea transformations in salt affected and normal soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 22. 1974.
- [29] NITANT, H. C., DARGAN, K. S. & BHUMBLA, D. R.: Studies on the effect of sources and doses of nitrogen on then grain yield of paddy in a sodic soil. *Technology.* 1974.
- [30] SCHOONOVER, W. R.: Examination of soils for alkali. Univ. California. Berkely. California. 1952.
- [31] SEHGAL, J. L. et al.: Salt affected soils of the Sangrur district and their management Res. Bull. Dept Soils, Punjab Agric Univ. Ludhiana. 1975.

*I. P. ABROL és
D. R. BHUMBLA*
Szikes Talajok Kutató
Intézete, Karnal, (India)

Érkezett: 1976. április 8.