

Különböző javítóanyagok hatékonysága szikes vertisoloknál

A Nemzetközi Talajtani Társaság Első Kongresszusán Washingtonban KELLEY (1928) és 'SIGMOND (1928) foglalkoztak a szikes talajok tulajdonságaival és javításával. KELLEY és ARANY (1928), 'SIGMOND (1932), HERKE (1950) és ARANY (1957) későbbi munkáikban arra mutattak rá, hogy az adszorbeált nátrium kalciummal való kicserélésére olyan javítóanyagok, mint a gipsz, kalcium-klorid alkalmasak, míg a talaj pH-jának csökkentésére a kénsav, lignit, pirit, vas-szulfát, alumínium-szulfát használhatók fel. HERKE (1950), 'SIGMOND (1932) sikeresen próbálta ki az iparilag előállított „Acifer”-t a magyarországi szikes talajok javításánál. A kémiai javítóanyagok hatását a különböző talajtípusokkal, a CaCO₃-tartalommal, ásványi összetétellel, a szikesedés fokával, az oldat-összetétellel és -erősséggel való összefüggésben adták meg szikes talajokra (AGARWAL et al., 1979).

A jelen munka abból a célból készült, hogy tisztázzuk a gipsznek az ásványi savakhoz (kénsav) és savanyú anyagokhoz (azaz alumínium-szulfát, ferro-szulfát, vasas pala, pirit, savas por) viszonyított hatékonyságát a Typic Chromustert talajtípus szikes változatához tartozó szikes agyagtalajok javításánál.

Anyag és módszer

A szikes fekete agyagtalaj mintáit, amely a nehéz mechanikai összetételű, szmektitese, Typic Chromuster szikes változatának családjába tartozik, (SHARMA, 1982), a Barwaha Szikes Kísérleti Telepen vettük Khargon területén (India). A Nemzetközi Talajtani Társaság Szikes Albizottsága által javasolt talajosztályozás (SZABOLCS, 1977) szerint e talajok úgy írhatók le, mint szerkezetes B-szint nélküli alkáli talajok. Ezek a talajok süllyedékben, bazaltos talajképző kőzetten alakultak ki.

A talajmintákat megőröltük, 2 mm-es szitán átszitáltuk és a standard módszerek szerint meghatároztuk fizikai és kémiai tulajdonságaikat (1. táblázat).

A talajokat merev PVC-ből készült 15 cm hosszú és 8,5 cm belső átmérőjű mintatartó hengerekbe helyzetük és alulról a szántóföldi vízkapacitás értékéig (45 súly-%) telítettük. A nedvesítés után a térfogatsúly kb. 1,2 g/cm³ volt.

A gipsz (18,6% S), a kénsav (32,7% S), a ferro-szulfát (11,5% S) és az alumínium-szulfát (14,4% S) javítóanyagok laboratóriumi vegyszertisztaságúak voltak.

A pirit (< 2 mm, 22,5% S) és a vasas pala (< 2 mm, 10% S) bányából származik, üledékes képződményekből a Vindhyan hegységéből. A 0,60 m-es piritréteg 5–6 m vastag vasas palán helyezkedik el. A „savas por”-ként jelölt anyag ipari termék, a vas-szulfát, gipsz és kén egyenlő mennyiségű keveréke, amit 3%-os huminsavval kezeltek (SHAH és TANWANI, 1984).

Az összes javítóanyagot azonos S-tartalomra számolva adagoltuk a laboratóriumban meghatározott gipsz-szükséglet (18 me/100 g) 0, 50 és 100%-ának megfelelő mennyiségben.

A szükséges mennyiségű piritet, vasas palát, savas port a nedves talaj felszínére juttattuk ki, míg a kénsavat kivéve a többi javítóanyagot (gipsz, alumínium-szulfát és ferro-szulfát) a mintatartóba helyezés előtt kevertük össze a talajjal. A H₂SO₄ számított mennyiségét a telítéshez szükséges vízzel elegyítettük. Minden kezelés háromszoros ismétlésben készült. A kezelt mintákat a szántóföldi vízkapacitásnak megfelelő víztartalomnál laboratóriumi

1. táblázat

A kísérlet talajának fiziko-kémiai tulajdonságai kezeletlen állapotban (0—15 cm-es réteg)

pH _p	EC _k dS/m	Vizes kivonat ionösszetétele, me/l						Kicserélhető kationok, me/100g			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
8,7	9,8	4,5	2,6	90,5	3,6	68,1	25,9	8,7	6,8	31,5	0,7

Adszorpciós kapacitás, me/100g	Kicserélhető Na%	Gipsz-szük- séglet, me/100 g	Mechanikai összetétel,%			CaCO ₃ , %	Vízben diszper- gálható anyag,%
			Homok	Iszap	Agyag		
48	65,6	18	18,0	32,0	50,0	13,5	34,0

körülmények között (25 ± 2 °C hőmérsékleten), 10 napon keresztül inkubáltuk, mivel megfigyeltük, hogy optimális nedvességtartalomnál ez elégséges a savanyúvá váló anyagok teljes oxidációjához (VERMA és GUPTA, 1984).

Az inkubáció befejezése után 2 cm-es állandó víznyomás mellett, desztillált vízzel átmostuk a talajokat, addig, amíg kb. 2 pórusterfogatnyi szüredék nem gyűlt össze. A kilúgzott talajban és a szűrletekben a standard módszerek szerint határoztuk meg a szikesedésre jellemző paramétereket (RICHARDS, 1954).

Eredmények és értékelés

A különböző mennyiségben adagolt javítóanyagok a pH_p-értékben (a telítési paszta pH-ja) szignifikáns csökkenést okoztak. A kezeletlen talaj pH_p-értéke változatlan maradt (1. ábra), míg ez az érték a 100% gipsz-szükségletnek megfelelő mennyiségű javítóanyaggal kezelt talajokban a következő sorrendben csökkent: kénsav > alumínium-szulfát és gipsz > pirit > ferro-szulfát > savas por > vasas pala.

Azt a tényt, hogy az alumínium-szulfát és a kénsav hatása felülmúlja a gipszét, 'SIGMOND (1932), valamint CHAND és munkatársai (1977) is megfigyelték, amikor könnyű mechanikai összetételű talajokkal dolgoztak. Ez részben az alumínium-szulfáttal és kénsavval kezeltnél a H⁺-nak az adszorpciós komplexumban való nagyobb megkötődésének következménye szemben a gipsz esetével. Eszerint a pH_p-csökkenésének mértéke sokkal kisebb, mint CHAND és munkatársai (1977) és VERMA és ABROL (1980) által az öntés talajokra kapott adatok esetében volt, főleg a szemektites agyagfrakció és ennek következtében az előző nagyobb pufferkapacitása miatt.

Az 1. ábra tanulmányozásánál kitűnik, hogy az EC_k (a telítési kivonat vezetőképessége) jelentősen kisebb lesz. A kezeletlen talaj EC_k-értékeinek 9,5-ről 5,6 dS/m-re csökkenése a 2,2 pórusterfogatnyi vízzel történő kilúgzás eredménye. Az 50 és 100%-os gipsz-szükségletnek megfelelően kezelt talajoknál az EC_k-értékek sorrendje a következő: Al₂(SO₄)₃ > H₂SO₄ > -gipsz > pirit > savas por > ferro-szulfát > vasas pala > kontroll minta. A szűrlet EC-értékeiben ennek megfelelő növekedést figyeltünk meg (2. táblázat). 2,2 dS/m-nél jóval nagyobb EC-értéket a gipszsel, pirittel, alumínium-szulfáttal, kénsavval és savas porral kezelt esetekben állapítottak meg (1. ábra), ami arra utalt, hogy a talajoldatban CaSO₄ van jelen és a javítóanyag kémiai transzformációja, valamint Na-Ca kicserélődés (OSTER és FRENKEL, 1980) megy végbe.

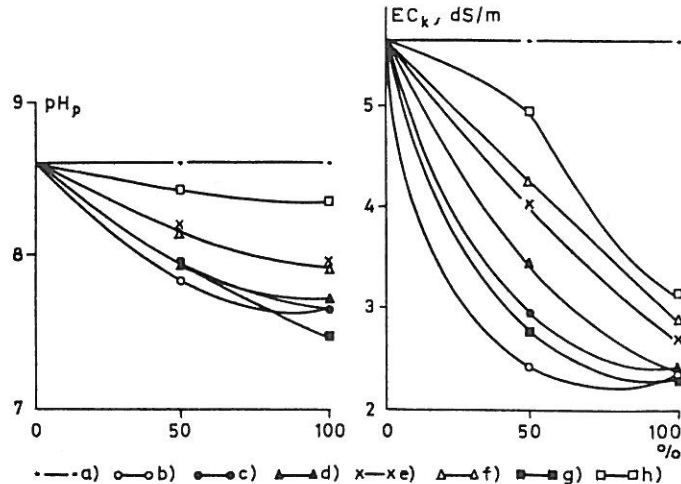
A telítési kivonatban a javítóanyag-adagoknak megfelelően az oldható Ca^{2+} (Ca_k^{2+}) szignifikánsan nő (2. ábra). Az oldat Ca_k^{2+} -tartalmának emelkedő sorrendje kezeléseknél a következő: gipsz és alumínium-szulfát $>$ H_2SO_4 $>$ savas por és pirit $>$ ferro-szulfát $>$ vasas pala $>$ kontroll minta ($\text{SzD}_{1\%}$ 0,46 me/l).

A 2. ábra azt mutatja, hogy a talaj kilúgzása 42,3 me/l oldható Na^+ (Na_k^+) veszteséget eredményezett az EC_k 9,7-ről 5,6 dS/m-re csökkenésével együtt (1. ábra). Ez megegyezik SZABOLCS (1965) megfigyelésével, amely szerint a magyarországi szikes talajok a talajvízszint süllyesztésével és a drénviszonyok kedvezőbbé tételével javíthatók.

A Na^+ -vesztését a talajoldatból tovább katalizálta a javítóanyag típusa és mennyisége (2. ábra), a kezelések következő sorrendjében: alumínium-szulfátos $>$ H_2SO_4 -es $>$ gipszes $>$ pirit $>$ savas por $>$ ferro-szulfátos $>$ vasas palás $>$ kontroll minta.

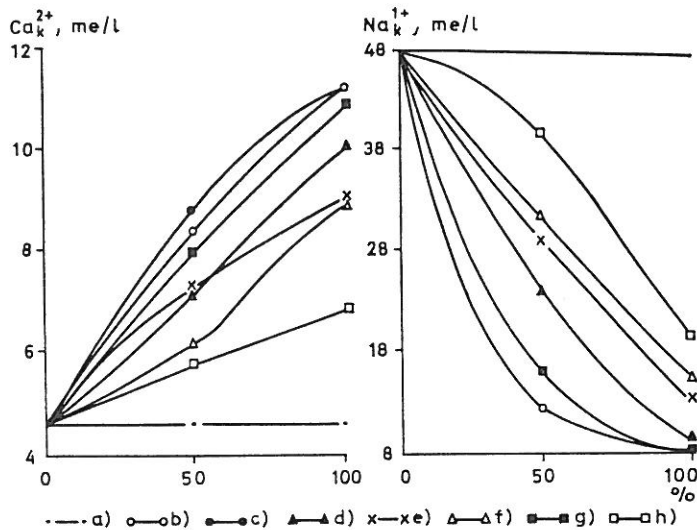
A Na^+ -visszanyerésének nagysága a szűrletben (3. ábra) a különböző javítóanyagok hatékonyságának mérőszáma lehet. Bár a Na^+ -visszanyerésének mértéke a javítóanyag fajtája szerint változott, az $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -tal, gipsszel, kénsavval, savas porral és pirittel kezelt talajban több Na^+ került a 2 pórustérfogatnyi oldatba, mint a többi javítóanyaggal kezeltnél. A Na^+ -visszanyerését a gipsszel kezelt talajnál 1,5 pórustérfogatnyi oldatban végeztük, mivel oldhatósága viszonylag kismértékű.

A kicserélhető $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ mennyisége szignifikánsan nőtt, ami a kezeléseknél és a talaj kilúgzásának tulajdonítható (3. táblázat). A kezeletlen talajban az 1,5 me/100 g $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ növekedés is a kilúgzás során a természetes forrásokból, főként CaCO_3 -ból lőrténő Ca^{2+} felszabadulására utal. A kicserélhető $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ növekedése a javítóanyagok következő sorrendjét követi: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ $>$ H_2SO_4 $>$ gipsz $>$ savas por $>$ pirit $>$ ferro-szulfát $>$ vasas pala $>$ kontroll minta a 100%-os gipsz-szükségletnek megfelelő mennyiségeknél. Nyilvánvaló, hogy a kicserélhető $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ növekedése nagyobb mértékű, mint ami a hozzáadott javítóanyagból származik (3. táblázat). A kicserélhető $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ további mennyisége a



1. ábra

A különböző javítóanyagok hatása a telítési paszta pH-jára (pH_p) és a telítési kivonat vezetőképességére (EC_k). Vízszintes tengely: A javítóanyag mennyisége a gipsz-szükséglet százalékában kifejezve. a) Kontroll minta; b) alumínium-szulfát; c) gipsz; d) pirit; e) savas por; f) ferro-szulfát; g) kénsav; h) vasas pala



2. ábra

A különböző javítóanyagok hatása a telítési kivonat Ca^{2+} - és Na^{+} -tartalmára. Vízszintes tengely: A javítóanyag mennyisége a gipsz-szükséglet százalékában kifejezve. a)-h): lásd 1. ábra

javítóanyag okozta oldódás eredménye volt, amit VERMA és ABROL (1980), illetve SHARMA és GUPTA (1985) is megállapított. A gipszet mint standard javítóanyagot tekintve (100%-os hatékonyság), a kénsav és az alumínium-szulfát jóval hatékonyabb a talaj kicserélhető Na^{+} -%-ának csökkentésében mint a gipsz, míg a savas poré hasonló a gipszéhez és a pirité valamivel kevesebb, mint a gipszé. SIGMOND (1932), valamint CHAND és munkatársai (1977) Magyarországon, illetve Indiában szikes talajok javításánál azt figyelték meg, hogy a H_2SO_4 és az $Al_2(SO_4)_3$ hatása felülmúlja a gipszét. A gipsz hatékonysága pedig meghaladta a piritét, amit a jelen vizsgálatok is bizonyítanak és megerősítik VERMA és ABROL (1980) megállapításait.

A 4. ábra, ahol a gipsszel, $Al_2(SO_4)_3$ -tal és H_2SO_4 -val kezelt talajoknál tapasztalható kicserélhető Na^{+} -% csökkenést ábrázolták a kezelések függvényében, azt mutatja, hogy a

2. táblázat

Különböző javítóanyagok hatása a szűrlet elektromos vezetőképességére

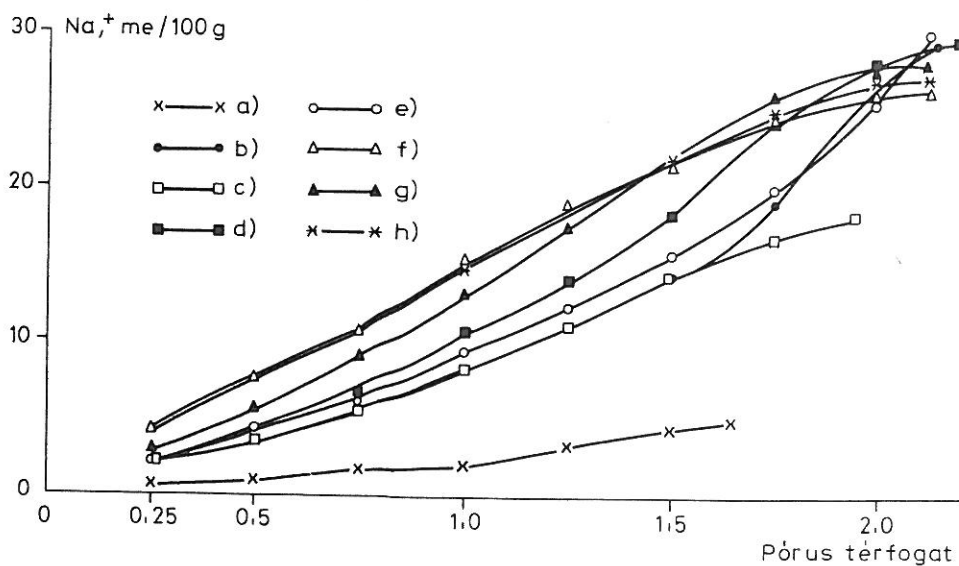
Javítóanyag megnevezése	Elektromos vezetőképesség, dS/m	
	50%-os	100%-os
Gipsz	18,7	27,2
Savas por	15,6	26,7
Alumínium-szulfát	19,9	27,9
Ferro-szulfát	15,5	25,1
Vasas pala	9,9	18,5
Pirit	17,0	27,0
Kénsav	19,8	27,3
Kontroll minta	6,1	6,1

3. táblázat

A javítóanyagok hatása a szikes fekete agyagtalaj kicserélhető $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ -tartalmára, az oldott CaCO_3 mennyiségére, valamint kicserélhető Na^+ -%-ára

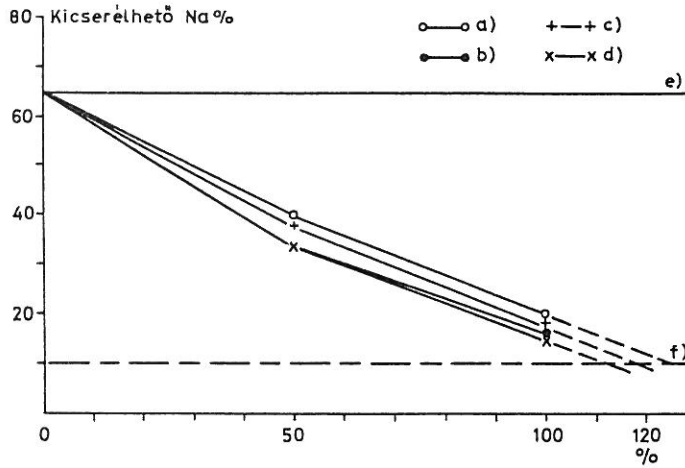
Javitóanyag		Kicserélhető $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ -tartalom, me/100g			Oldott CaCO_3 %	Kicserélhető Na^+ -% csökkenés		A javítóanyag relatív hatékonysága, %
megnevezése	mennyisége a gipsz-szükséglet %-ában	Növekedés	Javitóanyaggal hozzáadott mennyiség	Veszteség		%	Javitóanyag hatása*	
Gipsz	50	13,2	9,0	4,2	0,21	26,9	25,6	100,0
	100	23,5	18,0	5,5	0,28	47,5	46,1	
Savas por	50	12,2	9,0	3,2	0,61	23,6	22,2	87,0
	100	23,3	18,0	5,3	1,17	46,7	45,3	
Alumínium-szulfát	50	15,5	9,0	5,0	0,78	30,5	29,1	114,0
	100	24,2	18,0	6,2	1,21	48,6	47,2	
Ferroszulfát	50	11,4	9,0	2,4	0,54	21,4	20,0	78,0
	100	21,1	18,0	3,1	1,06	42,1	40,8	
Vasas pala	50	5,4	9,0	—	0,27	9,5	8,1	32,0
	100	12,8	18,0	—	0,64	24,5	23,5	
Pirit	50	12,8	9,0	3,8	0,64	24,9	23,5	92,0
	100	21,3	18,0	3,3	1,07	44,6	43,3	
Kénsav	50	15,2	9,0	6,2	0,76	30,5	29,1	114,0
	100	23,6	18,0	5,6	1,18	47,9	46,6	
Kontroll minta	0	1,5	0	1,5	0,08	1,36	—	—

* A kezelt minták kicserélhető Na^+ -%-nak és a kontroll minta kicserélhető Na^+ -%-nak különbsége



3. ábra

A 100%-os gipsz-szükségletnek megfelelő mennyiségű javítóanyagok hatása a Na^+ kilúgzódására különböző pórustérfogat-értékek esetén. a) Kontroll minta; b) gipsz; c) vasas pala; d) kénsav; e) alumínium-szulfát; f) ferro-szulfát; g) pirit; h) savas por



4. ábra

A javítóanyagok és az alkalmazott adagok hatása a talaj kicszerélhető Na⁺-%-ának csökkentésében. Vizszintes tengely: Javítóanyag mennyisége a gipsz-szükséglet százalékába. a) Pirit; b) gipsz; c) kénsav; d) alumínium-szulfát; e) eredeti kicszerélhető Na⁺-%; f) a kicszerélhető Na⁺-% kritikus határa

kritikus kicszerélhető Na⁺-% érték 10 (RICHARDS, 1954; GUPTA és VERMA, 1983), ami kb. a gipsz-szükséglet 125%-ánál érhető el. A savak és a savas por esetében alkalmazott CaCO₃ mennyisége, amit 100%-os gipsz-szükségletnek megfelelően adtak, az 1,25%-os faktorral alkalmazandó, hogy a 10% kicszerélhető Na⁺-% elérhető legyen.

Összefoglalás

A gipsznek a savhoz (kénsav) és savanyú anyagokhoz (azaz alumínium-szulfáthoz, savas porhoz, vasas palához, pirithez) viszonyított hatékonyságát Typic Chromusters talajok szikes változatainak javításánál tanulmányoztuk, 0, 50 és 100% gipsz-szükségletnek megfelelő mennyiségű javítóanyagot alkalmazva, a talaj szántóföldi vízkapacitásának megfelelő nedvességtartalmánál, 10 napig tartó inkubálása mellett.

A javítóanyaggal kezelt talaj 2 pórústérfogatnyi vízzel történt kilúgzása a pH_p és EC_x-értékekben, a vízdoldható Na⁺-tartalomban szignifikáns csökkenést, míg a vízdoldható Ca²⁺-mennyiségében növekedést okozott az összes kezelésnél. A javítóanyagok hatékonyságának sorrendje a következő volt: alumínium-szulfát > kénsav > gipsz > savas por > pirit > ferroszulfát > vasas pala > kontroll minta. A kicszerélhető Ca²⁺ + Mg²⁺ növekedett a kilúgzás és a javítóanyagok alkalmazása következtében, az adagolt javítóanyag mennyiségének megfelelően. A javítóanyagok a CaCO₃ oldódását idézik elő, amit a vasas palát kivéve, a többi javítóanyagnál megfigyeltünk.

Az alumínium-szulfát és a kénsav hatása felülmúlta a gipszét, míg a savas poré és a pirité jóval kisebb volt a kicszerélhető Na⁺-% csökkentésében, amikor a S-tartalom szerint egyenlő mennyiségben alkalmaztuk azokat. A kicszerélhető Na⁺-% 65,0%-ról 10-re változásánál 1,7% CaCO₃-nak kell jelen lenni, ha savat és savanyú anyagokat használunk a szikes agyagok javítására, amelyeknek adszorpciós kapacitása 48 me/100 g.

Irodalom

- AGARWAL, R. R., YADAV, J. S. P. & GUPTA, R. N., 1979. Saline and alkali soils of India. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi.
- ARANY, S., 1957. Melioracija zaszolennüh pocsv. Pocsvovedenie. (7) 1—12.
- CHAND, M., ABROL, I. P. & BHUMBLA, D. R., 1977. A comparison of effects of eight amendments on soil properties and crop growth in a highly sodic soil. Indian J. Agric. Sci. **47**. 348—354.
- GUPTA, R. K. & VERMA, S. K., 1983. Water behaviour of black clay soil as influenced by degree of sodicity. Curr. Agric. **7**. 114—121.
- HERKE S., 1950. További feladataink a szikjavítás terén. Agrártudomány. **2**. 616—619.
- KELLEY, W. P., 1928. A general discussion of the chemical and physical properties of alkali soils. Proc. 1st Int. Congress Soil Sci. Washington, 1927. **5**. 438—489.
- KELLEY, W. P. & ARANY, A., 1928. The chemical effect of gypsum, sulphur, iron sulphate and aluminium on alkali soil. Hilgardia **3**. 393—420.
- OSTER, J. D. & FRENKEL, H., 1980. The chemistry of the reclamation of sodic soils with gypsum and lime. Soil Sci. Soc. Am. J. **44**. 41—45.
- RICHARDS, L. A. (Ed.), 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agric. Handbook No. 60. USDA. Washington, D. C.
- SHAH, R. K. & TANWANI, H. T., 1984. Reclamation of saline alkali soils of Kutch using acid powder method. Curr. Agric. **8**. 13—17.
- SHARMA, O. P., 1982. Development of salinity, alkalinity in the Narmada Valley of southwest Madhya Pradesh, India. Ph.D. Thesis. Univ. of Indore, Indore.
- SHARMA, O. P. & GUPTA, R. K., 1985. Comparative effects of gypsum and pyrites on the properties of salt affected Vertisols and crop growth of wheat and rice. Prog. in Ecol. **8**. (megjelenés alatt)
- SIGMOND, A. A. J. DE., 1928. The chemical characteristics of soil leachings. Proc. 1st Int. Congr. Soil Sci. Washington, 1927. **1**. 60—90.
- SIGMOND, A. A. J. DE., 1932. The reclamation of alkali soils in Hungary. Imperial Bur. Soil Sci. London.
- SZABOLCS, I., 1965. Salt affected soils in Hungary. Agrokémia és Talajtan. **14**. Suppl. 275—290.
- SZABOLCS, I., 1977. Salinity and alkalinity of soils, extension, classification and main properties of salt affected soils. Proc. Indo-Hungarian Seminar on Management of Salt Affected Soils. Karnal, 1977. 20—30. CSSRI. Karnal.
- VERMA, K. S. & ABROL, I. P., 1980. Effects of gypsum and pyrites on soil properties in a highly sodic soil. Indian J. Agric. Sci. **50**. 844—851.
- VERMA, S. K. & GUPTA, R. K., 1984. Effectiveness of pyrites in reclaiming a sodic clay soil under laboratory conditions. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. **147**. 680—686.

O. P. SHARMA, R. K. GUPTA és
R. S. CHATURVEDI

J. N. Agrártudományi Egyetem,
Indore (India)

Érkezett: 1986. február 5.