

Szolonyec-talajok megjavításával kapcsolatos fizikai-kémiai vizsgálatok

I. N. ANTIPOV-KARATAJEV

Sz. U. Tudományos Akadémia V. V. Dokucsajev Talajtani Intézet, Moszkva

A Szovjetunióban megjavításra és megművelésre váró szolonyec és erősen szolonyeces talajok területe eléri az 50 millió hektárt. Ezek a talajok az erdősztyepp, a sztyepp és a sivatagi-sztyepp övezeteiben fordulnak elő (1. táblázat).

Tegyük fel, hogy minden egyes hektár szolonyec és erősen szolonyeces talaj kémiai megjavítására átlagban kb. 10 tonna gipszet kell kiszórni. Ha feladatunkul tűzzük ki a Szovjetunió valamennyi szolonyec-talajának teljes kémiai megjavítását, megállapíthatjuk, hogy hatalmas tömegű javítóanyagra van szükségünk, amely 0,5—1,0 milliárd tonna gipsz-szükséglettel fejezhető ki.

Ebből érthetővé válik, hogy differenciálni kell a talajjavító eljárások rendszerét a szolonyec-talajok jellege és tulajdonságai szerint. Az is érthető, hogy intenzíven fejleszteni kell az elméleti tevékenységet és a kísérleti kutatásokat a talajtannak ezen a területén.

1. táblázat

Szolonyec és erősen szolonyeces talajok területe a Szovjetunióban talajövezetenként (1000 ha-ban)

(Rozov 1956. évi hozzávetőleges számadatai)

(1) Köztársaság és terület	(2) A csernozjom talajok övezetében	(3)	(4)	(5) Összesen
		A sötét	A világos	
		gesztenyebarna talajok alövezetében		
Az Orosz Sz. F. Sz. K. európai része	600	1150	4950	6700
Az Ukrán Sz. Sz. K. (a Krim félsziget- tel együtt)	200	400	—	600
Nyugat Szibéria	5650	50	—	5700
Kazah Sz. Sz. K.	1700	5100	27700	34500
A Szovjetunióban összesen	8150	6700	32650	47500

Azt hihetnők, hogy Gedroic klasszikus munkássága óta mind a podzolos (savanyú), mind a szolonyeces (lúgos) talajok genezisének kérdései és megjavításának irányelvei teljesen tisztázva vannak. Ugyanakkor azonban napjainkban átértékelésre kerül a talaj-aciditás hidrogén-elmélete, amelyet Gedroic fejlesztett ki s az egész világ talajtudósai és agrokémikusai elfogadtak. Kidolgozták az ásványi talajok aciditásának alumínium-elméletét, illetve a vegyes

hidrogén-alumínium-elméletet, úgyszintén a közeg lúg-sav állapotában megnyilvánuló protolitikus elméletet (di Gléria, Aljosin). A szolonyec-talajok genezisének fizikai-kémiai kicserélődési adszorpciós nátrium-elmélete — amelyet Gedroic, Sigmund kutatásai alapoztak meg — éppígy felülvizsgálatra kerül abból a szempontból, hogy ki kell egészíteni a szolonyec-képződés adszorpciós-magnézium-elméletével. A szolonyec-talajok fejlődési stádiumainak szoloncsák-szolonyec-szology sorrendjét is felülvizsgálják. Ez a felülvizsgálat nem jelent törést a podzolosodás és a szolonyeceseedés elméleti alapjainak fő tételeiben, sőt éppen Gedroic tanának továbbfejlesztése és helyesbitése.

Feladatomból azt tűztem ki, hogy röviden áttekintsem azokat a szerintem legfontosabb kutatási eredményeket, amelyeket főleg a szolonyec-talajok genezisének és megjavításának elméleti kérdései terén elértek.

Számunkra az az egyik legfőbb kérdés, hogy milyen a mechanizmusa és a jellege a *szolonyec-talajokra jellemző talajszelvény* kialakulásának, amely az alábbi szintekből áll: a felső elporosodott és mechanikai összetétel tekintetében aránylag laza talajszint (A), alatta az illuviális, feldúsult kolloid-tartalmú, tömör oszlopos szint (B_1), ezalatt a gyakran alkáli földfémek karbonátjait tartalmazó tömődött szintbe átmenő szint (B_2); még mélyebben sós szintek alakulnak ki (karbonátos szint, gipszes szint és alkálifémsós szint). Felül kívántuk vizsgálni elsősorban az alábbi kérdést: *milyen az illuviális szint természete — vajon annak eredményeképp jött-e létre, hogy felhalmozódtak benne az alumínium-szilikát és a vasszilikát ásványok teljes elbomlásának termékei s azok az aluviális (felső) szintből az illuviális szintbe szállítódtak át*, amint azt a szolonyec képződési folyamat kezdeti megfogalmazásakor képzelték, különösen az elszologyosodás átmeneti állapotát is figyelembe véve. Ennek a mind elméleti, mind talajjavítási szempontból fontos kérdésnek az eldöntése érdekében vizsgálati módszerek egész rendszerét alkalmaztuk. Ismeretes, hogy a szolonyecnek ennek a talajtípusnak két nagy csoportjára oszthatók:

1. *Réti szolonyec*ek, melyeknek sótartalma főleg szódás és szódás-szulfátos jellegű, amelyek főképpen az erdős-sztyepp és a csernozjomos sztyepp körülményei közt alakultak ki és egyéb talajövekben is magasan álló talajvíz hatására keletkeztek.

2. *Réti-sztyepp és sztyeppi szolonyec*ek, melyeknek sótartalma kloridos — szulfátos jellegű és, amelyek közömbös vagy gyengén lúgos reakciójú közegben fejlődnek ki, viszonylag mély talajvízszint mellett, s a száraz-sztyeppi és a sivatagi-sztyeppi talajképződési övezetekhez kapcsolódnak.

Ezeknek a szolonyec-csoportoknak képviselőit eléggé sokoldalúan vizsgáltuk — többek közt kémiai, granulometriás és agyagásvány vizsgálatoknak vetettük alá —, hogy megoldhassuk a fentebb felvetett kérdést. A 2. táblázatban néhány, közvetlenül a tárgyalt kérdésre vonatkozó adatot közlünk.

A fenti adatokból látható, hogy az illuviális vagy szolonyec-szint kifejlődése *közömbös* vagy *közel közömbös közegben* főleg peptizációs folyamatoknak — a finoman diszpergált, kevésbé megváltozott ásványi részek infiltrálódásának az illuviális szintbe — köszönhető. Ami viszont a *szódás szolonyec*eket (és a elszologyosodott talajokat) illeti, azok fejlődése közben *részlegesen lúgos hidrolízis megy végbe, a képződő bomlási termékek egyszerű szilikátok és nátrium alumínátok formájában feloldódnak és vándorolnak a talajszelvényben*. A kevésbé oldható alumíniumvegyületek érthetőleg keletkezési helyükhöz közelebb válnak ki a talajszelvényben — alumíniumhidroxid ásványok (boehmit) képződése közben — míg a nátriumszilikát tovább vándorol és vagy metakvare

vagy magnéziumvegyületek (kerolit) alakjában válik ki. A 2. táblázat adataiból látható, hogy ezzel az esettel éppúgy találkozunk Csernyigov területi szódás szolonyecnél, mint az elszologyosodott talajnál. (Különleges vizsgálataink szerint az $Al(OH)_3$ oldhatósága — azonos pH esetén — kb. egytizede a SiO_2 oldhatóságának.)

2. táblázat

Néhány jellegzetes szolonyec talaj kolloidjainak összetétele

(1) Talajminta megnevezése és mélysége cm	(2) Amorf alkotórészek		(3) A kolloid (<0,2 μ) frakciók teljes elemzési adatai		Huminsav tartalom a talaj összes humusz tartalmának %-ában	Kolloid rész ásványai (<0,2 μ)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SiO ₂		
	%		R ₂ O ₃	Al ₂ O ₃		
I. Szolonyec, a gesztenyebarna talajok övezetéből						
0—8	3,11	0,68	2,91	4,01	19,1	Hidrocsillámok, montmorillonit
12—28	1,79	0,83	3,19	4,39	16,9	” ”
45—59	—	—	3,09	4,35	—	” ”
225—240	—	—	3,18	4,10	—	” ”
II. Szódás szolonyec az erdős sztyepp övezetéből						
0—0,5	0,76	0,04	2,86	3,30	—	Montmorillonit, hidrocsillámok
0,5—10	0,88	0,27	2,76	3,13	—	Montmorillonit, hidrocsillámok, kvarc, kerolit
24—30	0,89	0,10	2,65	3,02	—	Montmorillonit, kerolit
60—60	1,07	0,30	2,09	3,51	—	Montmorillonit, kerolit
190—200	1,22	0,52	2,70	3,05	—	Montmorillonit, hidrocsillámok
III. Elszologyosodott csernozjomtalaj						
0—5	1,27	0,76	2,70	3,06	—	Hidrocsillámok, kerolit, goethit
35—45	0,75	0,57	2,71	3,06	—	Muszkovit, hidrocsillámok
55—65	0,63	3,69	2,61	2,91	—	Hidrocsillámok, boehmit
115—125	19,39	2,39	2,63	3,13	—	Hidrocsillámok, metakvarc
190—200	9,40	0,69	2,84	3,23	—	Hidrocsillámok, metakvarc, montmorillonit

A talajjavítási vizsgálatok sokévi tapasztalatai azt mutatják, hogy a szolonyec-talajok szintjének összetételével és felépítésével kapcsolatban talált törvényszerűségeknek nagy a fontossága a talajok javítási módszereivel kapcsolatos agrotechnikai eljárások kidolgozásakor (a szántás mélysége, a vegyi anyagok talajbajuttatásának helye stb.).

A szolonyecokra jellemző a huminsavtartalom csökkenés a humusz összetételén belül [10].

Mindenekelőtt meg kellett határoznunk, hogy milyen mennyiségi törvényszerűségnek engedelmességek a kationcsere reakciói a talajban. A kísérleti adatok egzakt mennyiségi feldolgozása csak akkor válik lehetővé, ha a kísérletekben betartjuk az oldatok ion-koncentrációjának állandóságát,

miközben csak a vizsgált ionok közti arányt változtatjuk meg és ha a kicserélődési reakció ekvivalens mennyiségekkel, teljesen reverzibilisen megy végbe, hiszterézis-jelenségek nélkül. Az ilyen reakció a kémiai tömeg-

hatás törvényének egyenlete szerint zajlik le: $\frac{\text{kics} \cdot M}{\text{kics} \cdot N} = K \frac{aM}{aN}$, amelyből a

K állandó értéke könnyen kiszámítható. Ha a fenti feltételek nem állanak fenn, ennek lehetősége ki van zárva. Ebben az egyszerű kicserélődésnél bonyolultabb folyamatok mennek végbe.

A fenti feltételek betartásával egzakt kísérletek kétféle módon végezhetőek, és pedig: 1. A kísérletet több (1—10) egyforma nagyságú bemért talajmintával végezzük, amelyek mindegyikét a vizsgált két kationt különböző meghatározott arányban tartalmazó oldattal kezeljük. A kationok egyike azonos a talaj kicserélődő kationjával. Az atmoszt addig végezzük, amíg el nem érjük az egyensúlyt az oldat és a talaj között. 2. A kísérleteket ugyanazzal a bemért talajmintával végezzük és fokozatosan növeljük az ionpár egyik ionjának viszonylagos mennyiségét, vagy megfordítva a vizsgált ionnak az egyensúlyi oldatban foglalt mennyiségét fokozatosan csökkentjük. Mi a magunk kutatásai során mindkét módszert alkalmaztuk.

Csernozjom és gesztenyebarna talajokban néhány ionpárra az alábbi kicserélődési állandókat kaptuk:

$$1. \frac{X \text{ Ca}}{X \text{ Si}} \dots K = 0,8(3) \text{ (Poljakov)} \quad 2. \frac{X \text{ Ca}}{X \text{ Mg}} \dots K = 2,04-2,70 \text{ (Antipov-Karatajev)}$$

Humusztalan szintekre $K = 1,30-1,37$

$$3. \frac{\sqrt{X \text{ Ca}}}{X \text{ K}} \dots K = 4,55 \text{ (Antipov-Karatajev)} \quad 4. \frac{\sqrt{X \text{ Ca}}}{X \text{ Na}} \dots K = 15,11 \text{ (Antipov-Karatajev)}$$

Humusztalan szintekre $K = 2,85$

A kicserélődési állandók értékeit felhasználva természetesen előre következtethetünk azokra a körülményekre, amelyek között beállhat a várt egyensúly. A számítások és a kísérletek azt mutatják, hogy pl. ahhoz, hogy a talajokban közömbös sók keverékének hatására szolonyecesezési folyamat alakuljon ki, az oldatban a nátriumsók arányának az alkáliföldfémek sóihoz viszonyítva elég nagynek kell lennie.

Az ilyen előrejelzés különösen fontos olyankor, ha a talajokat ásványi sókat tartalmazó vizekkel — többek közt talajvízzel és csurgalék vízzel — szándékozzuk öntözni és amikor teljesen reális annak veszélye, hogy az öntözött talajban másodlagosan sófelhalmozódás, illetve szolonyecesezési folyamat indul meg. Ezzel kapcsolatban laboratóriumunkban az utóbbi időben kidolgoztuk a talajok elszolonyecesezési lehetőségének izotópos előrejelzési eljárását attól függően, hogy mekkora az öntözővíz összes oldható sótartalma, illetve benne a nátriumsók aránya az alkáliföldfémek sóihoz viszonyítva. Az alkáliföldfém-ionok és a nátrium-ionok koncentrációjának azt az arányát például $(\text{Ca} + \text{Mg}) : (\text{Na})$, amely mellett a talaj szolonyecesezni kezd, *kritikus arány*nak nevezzük. A kritikus arányt az öntözővíz teljes sókoncentrációjának és a

talaj adszorpciós kapacitásának függvényeként megvizsgálva egy egyszerű törvényszerűséget állapítottunk meg, amely az alábbi egyenlettel fejezhető ki:

$$\frac{C_{(Ca+Mg)}}{C_{Na}} = K \cdot C$$

ahol C — az öntözővíz összes oldható sótartalma C_{Na} g/l-ben; K — egy arányosági tényező, amely számszerűleg 0,23-mal egyenlő. Gyakorlatilag ez azt jelenti, hogy ha a víz sókoncentrációja 5g/l, az $X \cdot \frac{C_{Na}}{C_{(Ca+Mg)}}$ kritikus arány 1-el egyenlő; ha $C = 3$ g/l, $X=1,5$; ha $C = 0,5-1$ g/l, $X = 4$ vagy még több; vagyis ahogy az öntözővíz sótartalma csökken, jelentékenyen dominálnia kell a nátriumnak az alkáliföldfém kationokkal szemben [80% Na-ig, 20% (Ca + Mg)-vel szemben], hogy a szolonyecesezés feltételei meglegyenek.

A fentebb elmondottakból azt a következtetést vontuk le, hogy a szolonyecék közömbös szoloncsákok átmosása útján történő kifejlődése csak kivételes esetekben következhetik be.

A lúgos kémhatású ásványi sókat tartalmazó vizek hatására viszont a szolonyecesezési folyamatok számára optimális feltételek alakulnak ki, mert a nátrium-ionok adszorbeálódásának törvényszerűségei lúgos közegben az alábbi egyenletnek vannak alárendelve: $y = a + \beta \log c$ (szóda), vagyis az elnyelt nátrium mennyisége (y) egyenesen arányos a szóda koncentrációjának logaritmusával, más szóval a lúgos közegben nagymértékű nátrium adszorpció megy végbe és a talaj sokkal könnyebben szolonyecéé válik.

Ezzel kapcsolatban felmerült annak a kérdése, hogyan keletkezik a szóda a természetben, továbbá hogyan történik annak elnyelése a szódát és nátrium-szulfátot tartalmazó talajvíz kapilláris emelkedése közben. Dél-Ukrajnában és a Köves Sztyeppén speciális szántóföldi vizsgálatokat végeztünk és tanulmányoztuk a szulfátoknak a vizekben és talajokban történő biológiai redukciós folyamatait, valamint a szóda keletkezését meghatározott (réti) viszonyok között. A meglehetősen nagyszámú adat közül csak néhányat említünk meg (3. táblázat).

3. táblázat

Az „SO₄” részarányának csökkenése és ezzel párhuzamosan a lúgosság növekedése a Köves Sztyeppe 6. sz. tavának vizében (Voronyezsi-kerület)

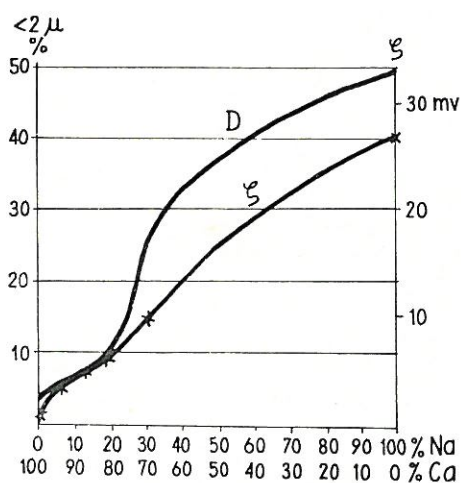
Vízrétteg	VI. 30.	VII. 6.	VII. 13.	VIII. 4.	VIII. 16.	VIII. 31.	IX. 16.
SO ₄ mg e. é./liter							
Felületi réteg	16,9	14,7	12,7	11,5	10,7	11,0	11,2
Alsó réteg	13,9	15,8	—	14,3	12,6	11,9	12,3
HCO ₃ + CO ₃ mg e. é./liter							
Felületi réteg	34,7	33,7	36,0	34,9	37,6	38,2	37,6
Alsó réteg	34,8	32,8	32,0	34,1	35,6	37,4	36,7

E helyütt nem térünk ki azokra a laboratóriumi kísérleti eredményekre, melyeknek az volt a céljuk, hogy megállapítsuk a szóda képződését a talajokban nátriumszulfátból anaerob viszonyok között; erre vonatkozóan az olvasó fel-

világosítást talál már közölt tanulmányunkban [7]. Néhány adatot közlünk arra vonatkozó megfigyeléseinkből, hogy hogyan folyt le a szolonyecesedés réti viszonyok között Herszontól délre a Dnyeper ártér feletti teraszán. Itt erősen lúgos réti, karbonátos szolonyec sós rétegével volt dolgunk. A helyszínen végzett szabadföldi kísérletek a talaj alsóbb rétegeiben jelentős mértékű szulfátredukciós folyamatokat és szulfidképződést mutattak ki, amiről a következő számadatok alapján ítélhetünk: a 12—18 cm mély rétegben $H_2S = 0,5$ mg/100 g, 18—25 cm-en 1,5 és 100—120 cm mélyen 1,5 mg/100 g.

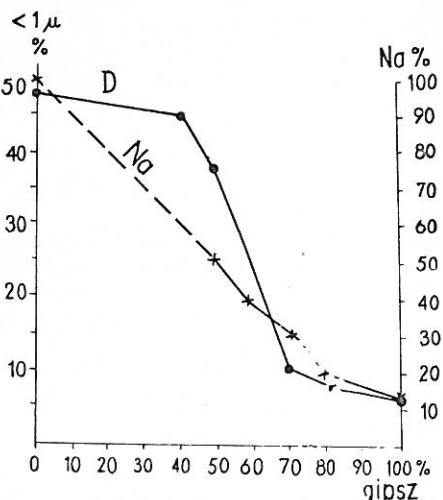
A szódának a természetben történő keletkezésére vonatkozó nagyszámú irodalmi adatból, valamint saját vizsgálataink adataiból azt a következtetést lehetett levonni, hogy a szóda keletkezése ilyen módjának fontos szerepe van. Főleg ennek a folyamatnak következménye az, hogy a talajok fejlődésének réti stádiumában az erdős-sztyepp, és sztyepp, sőt a sivatagi-sztyepp övezeteiben is, a nátriumnak a lúgos (szódás) oldatokból való elnyelése eredményeképpen szolonyecesedési folyamatok mennek végbe.

A szóbanforgó problémával kapcsolatos kutatásaink következő szakaszát azok a kolloidkémiai vizsgálatok képezték, melyek során tanulmányoztuk egyrészt a talajkolloidok peptizálódásának folyamatait olyan feltételek között, amikor a talajt kicserélhető nátriummal fokozatosan telítettük, másrészt az ezzel ellentétes folyamatot, amikor a talajkolloidok irreverzibilisen koagulálnak olyan mértékben, ahogyan a kalcium-ionok kiszorítják a kicserélhető nátriumot. Ezeknek a vizsgálatoknak az volt a céljuk, hogy meghatározzuk a talaj elszolonyecesedése különböző fokozatainak határértékeit. A vályogos csernozjom-talajmintával végzett peptizációs kísérletek adatai azt mutatták, hogy a diszperzitás (D) és az elektrokinetikai potenciál (ζ) értékeinek görbéi kölcsönösen összefüggnek. A görbék 20% kicserélhető nátriumnál kezdenek meredeken emelkedni. Ebből, valamint a szikes talajok más fizikai-kémiai



1. ábra

A diszperzitási fok (D) és az elektrokinetikus potenciál (ζ) a talaj nátrium telítettségi fokának függvényében

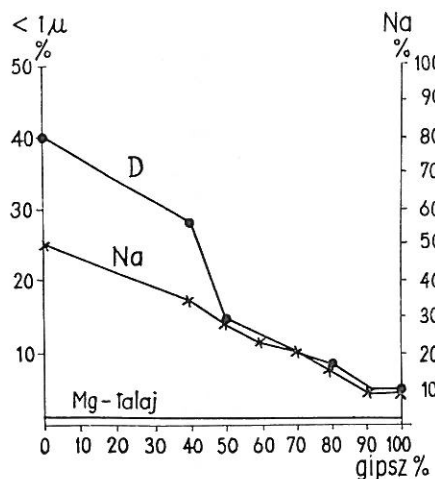


2. ábra

Az adszorpciós kapacitás százalékában kifejezett kicserélhető nátrium alapján számított gipsz adagok hatása a talaj (Na-csernozjom) diszperzitási fokára (D) és a kicserélhető nátrium kiszorítására

tulajdonságainak tanulmányozása során nyert adatokból arra a következtetésre jutottunk, hogy a szolonyec-talaj határául a vályogtalajok esetében a kicserélhető nátrium 20%-át kell elfogadni. A nem szolonyeces és szolonyeces talajok határául feltételesen a kicserélhető nátrium 5%-át fogadtuk el. A legutóbbi években hasonló céllal több kísérletet végeztünk kalciumsókkal (gipsszel) koagulációs görbék megszerkesztésére [12].

A kapott adatokból következik, hogy a kicserélhető nátriummal teljes mértékben telített iszapos talajrészecskék kicserélhető nátrium tartalmának 80—90%-át kell kicserélni a teljes irreverzibilis koagulációhoz és az összes kicserélhető nátrium maradhat a talajban. Ezek alapján először is megállapíthatjuk a határt a nem szolonyeces és szolonyeces talajok között, ami kb. az adszorpciós kapacitás 10—12%-ának megfelelő kicserélhető nátrium tartalomnak felel meg; másodsor meghatározhatjuk a szolonyec-talajok gyökeres megjavításához szükséges gipsz (vagy más kalciumsó) mennyiségét a talajban levő kicserélhető nátrium mennyiségéből oly módon, hogy a kicserélhető nátrium mennyiségének 10%-át levonjuk; harmadsor megállapíthatjuk, hogy a gipsz (és nyilvánvalóan más kalciumsók) hatásfoka eléri a 90—100%-ot, ami a talajjavító anyag igen nagy kihasználási fokát jelenti. Ezt a következtetést, mint a későbbiekben látni fogjuk, teljes mértékben megerősítik a szabadföldi kísérletek közvetlen adatai.



3. ábra

Az adszorpciós kapacitás százalékában kifejezett kicserélhető nátrium alapján számított gipszadagok hatása a diszperzitási fokra (D) és a kicserélhető nátrium kiszorítására egy Na—Mg—Ca-talajra

A harmincas években keletkezett a talajok szolonyecesedésének magnéziumos hipotézise, amire e cikk elején utaltunk. Praszolovval (1930) közösen végzett munkánk során figyelmünket megragadta, hogy a szolonyecok illuviális rétegeiben nagy mennyiségű kicserélhető magnézium van jelen. Ettől az időtől kezdve számos tanulmány jelent meg, amelyekben egyesek megkülönböztetik a „magnéziumos szolonyecok” fogalmát. Ezzel kapcsolatban speciális kutatásokat végeztünk, amelyek során a fő figyelmet a kicserélhető magnéziumnak a talaj diszperzítésében betöltött szerepére fordítottuk [5]. Ezekből megállapítottuk, hogy a humusz oldhatósága (magnézium-humát képződése mellett) ténylegesen növekszik. A kérdés tanulmányozásakor a laboratóriumunkban alkalmazott koagulációs módszernél koagulátorként gipsz-oldatot használtunk. A kísérletek eredményei azt mutatták, hogy a szolonyec-talajok javítására használt gipsz-adagok meghatározásakor a kicserélhető magnéziumot nem kell figyelembe venni. Erről tanúskodnak azoknak a speciális kísérleteknek az eredményei, melyeket mesterségesen 50% nátriummal, 25% kalciummal és 25% magnéziummal telített csernozjom-talajmintával végeztünk. A magnéziummal teljes mértékben telített talaj diszperzítésének változását mutató görbe a gipsz hatására egyenes vízszintes jellegűvé válik. A kicserél-

hető magnézium sem a peptizálás, sem a diszperzitás, sem pedig a koagulálás görbéjén nem mutat olyan lényeges hatást, mint a kicserélhető kalcium hatása a talaj diszperzitására. Sőt a kicserélhető magnézium túlsúlya az adszorbeált fémkationok összetételében rontja a talajnak, mint a gazdasági növények fejlődését szolgáló közegnek, tulajdonságait. A magnézium-karbonát által a talajra és a növényzetre gyakorolt kedvezőtlen hatásról részletes adatokat tartalmaznak K u g u c s k o v munkái [11].

Ezek a körülmények készítették laboratóriumunkat kolloid-mechanikai és mikrovegetációs kísérletek elvégzésére. Ismeretes volt, hogy a magnézium-talajok szerkezete „durva”. E szerkezet kialakulásának mechanizmusa azonban tisztázatlan volt. Kohéziós és adhéziós összehasonlító méréseket végeztünk [8] magnézium-, kalcium-, nátrium- és kálium-talajokon különböző nedvesség tartalom mellett. Ugyancsak meghatároztuk a talajok zsugorodását (repedések keletkezése) kiszáradásuk folyamán. A kapott eredmények szerint a magnézium-talajok a kalcium- és a nátrium-talajok között sajátos közbelső helyet foglalnak el. A magnézium-talajok jellemző lefutású görbéi a humátok oldhatóságának és a talaj hidrofil képességének változásával magyarázhatók. Erről tanúskodnak az alábbi adatok:

	Ca-	Mg-	K-	Na-
	talaj			
A humusz oldhatósága (C) 15—16% nedvesség-tartalom mellett, g/liter	8,36	19,83	24,06	31,43
Nedvesedési hő kal/g	10,21	10,47	5,55	8,35

A növények érzékenységének fő oka magnézium-talajokkal szemben a Ca/Mg viszony megváltozása a talajban (Kreybig szerint a magnézium-talajokon szolonyecre jellemző növényzet alakul ki).

Amint már közöltem [8], a mikrovegetációs kísérletekben világosan megmutatkozik a magnézium-humátoknak az alkálifémek humátjaihoz hasonló toxikus hatása a csírázó növény (árpa) gyökérzetére.

Azokban a talajokban, ahol a kicserélhető Ca és Mg aránya különböző, a Mg toxikus (mérgező) hatásának határértéke, 80% kicserélhető Mg az érték százalékában; a kicserélhető Mg káros hatása már kb. 40% viszonylagos érték fölött figyelhető.

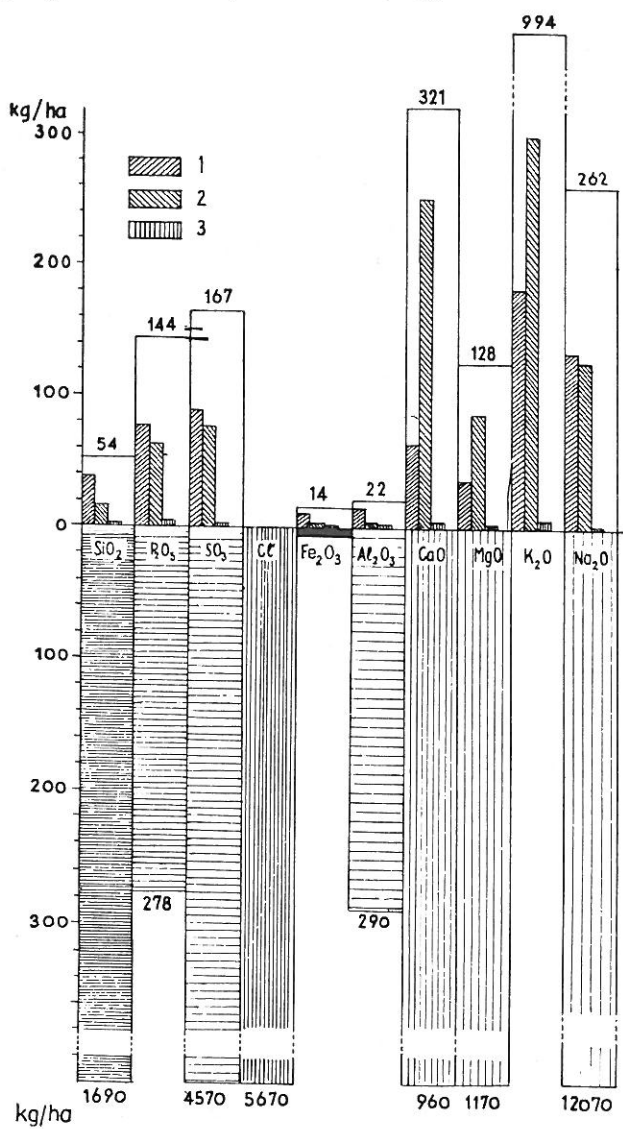
Amint az említett példákban megállapítható, a különböző kicserélhető kationoknak nagy hatása van a talajoldatok összetételére, és azokon keresztül a növényekre, amit már Gedroic és számos más kutató is helyesen hangoztatott. Ezzel kapcsolatban szükségesnek tartottuk, hogy a szolonyec-talajok javítására irányuló fizikai—kémiai kutatások rendszerébe bevezessük a *talajoldatok dinamikájának* tanulmányozását tekintettel arra a szerepre, melyet a hamulelemek egyensúlyában, a *talaj : növény* rendszerben betöltenek.

Vizsgálatainkból, valamint azoknak az adatoknak alapján, melyeket egy adott talajon termesztett és legalább 200 q/ha termést hozó lucerna növényi tömegének (gyökér, szár, levélzet) részletes analízise során kaptunk, meghatároztuk a *talajoldat—növény* rendszerben szereplő ásványi elemek mérlegét. Az említett mérleg felállítását megkíséreltük grafikusán ábrázolni (4. ábra). A rajz felső fele mutatja a talajból évenként kivett ásványi elemek mennyiségét kg/ha-ban kifejezve. Az összes felvett táplálóanyagok mellett feltüntettük a

gyökerekben, szárazokban és levelekben talált ásványi anyagok mennyiségét is. Az ábra alsó részén láthatók a talajoldatban meghatározott ásványi elemek, ugyancsak kg/ha-ban (függőleges vonalkázás). Ezenkívül, ugyanitt vízszintes vonalkázás mutatja néhány ásványi anyag mennyiségét (SiO_2 , P_2O_5 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 ...), melyeket gyakorlatilag nem a talajoldatokban, hanem a gyökér körüli talajrétegből (0—100 cm-es réteg), acetát puffer-oldat segítségével ($\text{pH} = 4,8$) készített kivonatokban határoztunk meg. Az ábrából kitűnik, hogy a talajoldatban szereplő olyan ásványi anyagok, mint az SO_3 , CaO , MgO , Na_2O , nagy felesleggel fedezik az egyensúly fogyasztási oldatát.

Azokat az anyagokat, amelyek feloldódnak és a növényekbe kerülnek oly módon, hogy a növényi gyökérzet és a mikroorganizmusok által kiválasztott szerves anyagokkal komplex vegyületeket képeznek, amilyenek a SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , P_2O_5 és mások, meghatározott pH értékű (4,8; 8,0) pufferoldatok segítségével határozzuk meg. Az ily módon elkészített mérleg, véleményünk szerint, tudományos szempontból eléggé megindokolt. Úgy véljük, hogy az anyagok kis biológiai körforgásának problémája az ilyen egyensúlyszámítások segítségével is tanulmányozható.

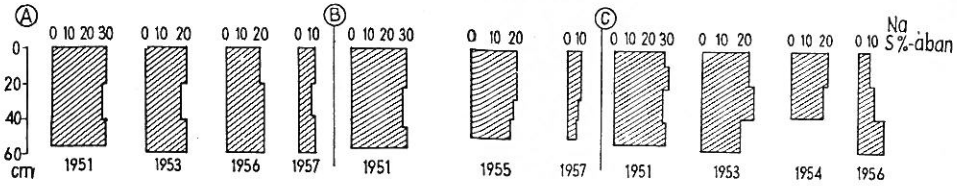
Távolról sem állítjuk, hogy e vizsgálatok módszertani szempontból tökéletesek. Rendszert



4. ábra

Összefüggés a talajoldat összetétele, a talajban levő mozgékony vegyületek (SiO_2 , P_2O_5 , Fe_2O_3 , Al_2O_3) és a lucerna növénynek tenyészidő alatt felvett tápanyagtartalma között (kg/ha). A vízszintes tengely alatti oszlopok a talajoldatot, a felvett tápanyagokat pedig a tengely feletti oszlopok jellemzik. 1. gyökér, 2. szár, 3. levélzet. Az üres oszlopok az egész növény tápanyagfelvételi mértékét mutatják

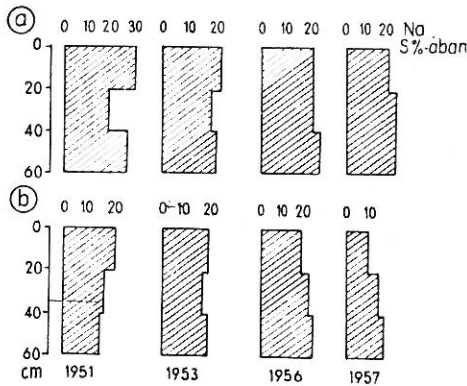
kell készíteni minél több talajoldatban és puffer-kivonatban előforduló vegyület pontos elemzésének módszereiből. Laboratóriumunk hozzálátott ehhez a munkához; így, például kidolgoztuk a talajoldatokban és talajszuszpenziókban levő nátrium-ionok aktivitásának (illetőleg koncentrációjának) meghatározására szolgáló potenciometrikus módszert (Komarova).



5. ábra

A kicserélhető nátrium dinamikája az adszorpciós kapacitás %-ában, gesztenyebarna talajok övezetében levő öntözött szolonyec talajon. A) Lucerna alatt. B) Zöldtrágyázás (*Trigonella*) hatására. C) Szilfaállomány alatt

A szolonyecek javításának fő eszközei a kalciumsók (elsősorban a gipsz). A vizsgálatok fő feladata volt az említett sók által a szolonyec-talajokra gyakorolt javító hatás gyorsaságának megállapítása. A Malouzenszk-i szolonyec-kutató telepen végzett sokévi kutatások alapján arra a következtetésre jutotunk, hogy öntözési körülmények között lehetséges talajjavítási célokra mobilizálni a talajban levő kalciumkarbonátot olyképpen, hogy évelő füvek segítségével növeljük annak oldhatóságát. Ez a módszer, amelyet a szolonyecek megjavítása *agrobiológiai módszerének* neveztünk el, a termelési viszonyok között bevált [4]. Az Arsany-Zelmenszk-i telepen (Szovjetunió Tudományos Akadémiája) a legutóbbi 8—9 év folyamán tovább tökéletesítették ezt a módszert. A világos gesztenyebarna talajok alövezetében (Kaspi tengermelléki síkság), talajjavító szántás alkalmazására a lucerna, zöldtrágya biológiai hatása mellett, a szolonyecek aránylag elég gyorsan megjavultak: egy vetésciklus (6—7 év) folyamán teljes mértékben sikerült megjavítani a szolonyecet. A gipsz alkalmazásának ilyen viszonyok között semmiféle előnye nincsen.



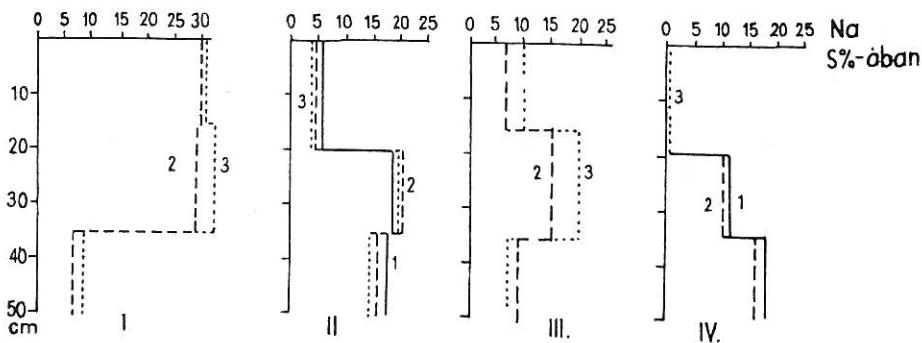
6. ábra

A kicserélhető nátrium dinamikája az adszorpciós kapacitás %-ában öntözetlen talajon. a) kontrol, b) gipszezés hatására

Öntözetlen területen a szolonyecek megjavulása az agrobiológiai javítási módszer és a talajszelvény forgatásának hatására, mind a vizsgált (világos gesztenyebarna) alövezetben, mind pedig a csernozjom-övezet szódás szolonyecein (Köves sztyepp) igen lassú, mert a kalciumkarbonát oldhatósága a nedvességhiány miatt igen csekély. Erre következtethetünk a rendelkezésre álló adatokból, amelyek azt mutatják, hogy a hét éven át folytatott kísérletek

során viszonylag kis eredményt sikerült csak elérni a talaj szikességének csökkentése terén (a kicserélhető nátrium 30%-ról 18—20%-ra csökkent).

Ilyen körülmények között indokolt a kalciumsók alkalmazása talajjavító eszközként. A tapasztalat azt mutatja, hogy Ergénia mezővédő erdősávjain, ahol a sófelhalmozódás nagymértékű, gipsz adagolása a világos gesztenye-



7. ábra

A kicserélhető nátrium dinamikája különböző javítás hatására az erdős-sztyeppi övezet (Kamennaja sztyepp) egy szódás—szulfátos szolonyec talaján faállomány alatt. I. Kontrol, 35 cm-es szántás 1952-ben. II. A szolonyec földterítéses javítása 1952-ben. III. Gipszezés a 35 cm-es szántás után 1952-ben. IV. Gipszezés földterítéssel együtt 1952-ben. Az analízis ideje: 1. Egy év múlva (1953). 2. Két év múlva (1954). 3. Három év múlva (1955).

barna talajok alövezetének szolonyecein hét év alatt a talaj jelentős fokú javulásához vezetett (a felső szántott talajrétegben a kicserélhető nátrium 10%-ra esett). Még világosabb képet kapunk a csernozjom-övezet (Köves sztyepp) szulfát és szóda-tartalmú szolonyecein, különösen azokban az esetekben, amikor a gipszezést csernozjom-talajjal való védőborítás követi.

Számos esetben, különösen akkor, amikor az ipari növényekkel bevetendő, illetve gyümölcsfákkal betelepítendő vagy beerdősítendő szolonyecek gyorsított javítása szükséges, gyorsan reagáló vegyszerek alkalmazása válik szükségessé, amilyenek a kalciumklorid, a szódaipar mellékterméke. A vegyipar erősen érdekelt a kalciumkloridnak a mezőgazdaságban való alkalmazásában, különösképpen a szolonyecek javítása céljából. Ezzel kapcsolatban széleskörű kísérleteket végeztünk mind a csernozjom, mind pedig a gesztenyebarna övezetben, kalciumkloridnak a szolonyec-talajokba történő juttatásával. Ezzel kapcsolatban felmerült a kalciumkloriddal a talajba kerülő klór esetleges mérgező hatásának kérdése. Kitűnt azonban, hogy még a világos gesztenyebarna talaj alövezetében is (Ergénia) elegendő volt a javítandó földet fekete ugarnak hagyni, hogy a klór eltűnjék a gyökérzet körüli talajrétegből; így öntözetlen területeken 1958-ban elég jó termést értek el tavaszi búzánál (q/ha):

Művelés módja	Kontrol	Gipsz	CaCl ₂
Szántás rigolekével (40—50 cm)	12,0	10,7	11,3
Kormánylemez nélküli szántás (40—50 cm)	11,5	11,7	12,1

A CaCl_2 alkalmazását szolonyec-talajok megjavítására a Kémiai Intézetel együtt, a központi csernozjom-övezet Mezőgazdasági Intézetében, az Erdőgazdasági Intézetben tanulmányozzuk.

Befejezésül a szolonyec-talajok szerkezetével foglalkozó kísérletekről is szeretnék néhány szót szólni. Mint ismeretes, elengedhetetlen a szolonyec-talajok optimális szerkezetének kialakítása. A Kaspi-tó melletti alföld sok port tartalmazó mechanikai összetételű szolonyec-talajain öntözési viszonyok között azt tapasztaltuk, hogy még 5—6 éves lucerna alatt sem sikerült pozitív eredményeket elérni (4. táblázat).

4. táblázat

Öntözött szolonyec talajok szerkezeti elemzési eredményei %-ban

Kezelés	Talajmélység cm	>1,0	1,0—0,25	>0,25	<0,25
		mm			
D 73 szolonyec mélyszántás, lucerna alatt	0—20	11,6	15,8	27,4	72,6
	20—40	9,6	14,5	24,1	75,8
	40—60	1,6	10,5	12,1	87,8
Mélyszántás, kontrol	0—20	9,0	12,4	21,4	78,6
	20—40	8,2	15,5	23,7	72,3
	40—60	2,3	8,9	11,2	88,2
Mélyszántás évelő fűvek alatt	0—20	10,6	13,8	24,4	75,9
	20—40	17,1	20,3	37,4	62,5
	40—60	6,1	17,3	23,4	76,4

Ezekből az eredményekből következik, hogy új eljárásokat is ki kell dolgozni a megjavított szolonyec-talajok szerkezetének gyökeres megváltoztatására (többek között mesterséges szerkezetjavító anyagok felhasználásával).

Összefoglalás

A Szovjetunióban a szolonyecok javítására széles körben alkalmazzák a gipszezés módszerét. A szolonyec-talajok összes területei azonban olyan nagyok, hogy még szerény számítás szerint is, azok teljes mértékben művelhetővé tétele érdekében legalább 0,5—1,0 milliárd tonna gipszet kellene kivinni a földekre. Ennek folytán érthetők azok a tudományos erőfeszítések, amelyek az ország nagy szolonyec-területeinek művelés alá vonását célzó új módszerek kidolgozására irányulnak. Ez pedig megkövetelte a különböző szolonyec-talajok keletkezésével kapcsolatos problémák elméleti tanulmányozásának fejlesztését, a szolonyec-talajok alapvető tulajdonságainak részletesebb jellemzése alapján. Ezek a kutatások lehetővé tették a talajok szikességi határainak megállapítását, a talajjavító anyagokkal kapcsolatos számítások elveinek kidolgozását, az említett anyagok és a szolonyec-talajok kölcsönhatása gyakorlati gyorsaságának meghatározását, valamint azok hatásfokának a gyakorlatban történő megállapítását. Ezzel kapcsolatban új vegyszereket próbáltunk ki eredményesen mint talajjavító anyagokat. A kutatások eredményei

alapján különös figyelmet fordítottunk a szolonyecek „belső tartalékai”-nak kihasználására, azok „önmaguktól való megjavulására”; ilyen tartalékok: a szolonyecek talajszelvényében, elérhető mélységben levő gipsz vagy kalcium-karbonát; az illuviális rétegben jelentős mennyiségű, kedvező agrotechnikai tulajdonságokkal rendelkező kolloidok jelenléte. A Szovjetunió mezőgazdaságának gyorsütemű fejlődése következtében teljes mértékben lehetővé vált a szolonyec-talajok e pozitív tartalékainak kihasználása „önmagát javító” mélyszántott talajréteg kialakítása céljából. Mindez pedig lehetőséget adott arra, hogy a legutóbbi 25 év alatt kidolgozzuk a szolonyec-talajok „önjavításának” rendszerét, amelyet a szolonyec-talajok javítása agrobiológiai módszerének neveztünk. Ezt a rendszert sikeresen ellenőriztük széleskörű kísérleti és gyakorlati körülmények között, különösen öntözött területeken [4].

Érkezett: 1959. december 28.

I r o d a l o m

- [1] *Antipov-Karatajev, I. N.* : O kastanovih szoloncovatih pocsvah Ergenej i metodah ih isszledovanija. Trudi Pocsv. Inszt. AN SSSR. V. 3—4. 1930.
- [2] *Antipov-Karatajev, I. N.* : K voproszu o geneziszze illjuvialnih gorizontov v szoloncov. Pocsvovedenie. (7) 81—91. 1939.
- [3] *Antipov-Karatajev, I. N.* : Szpravocsnik-putevoditelj po Arsany-Zelmenszkoj sztacionaru AN SSSR. Sztalingrád. 1958.
- [4] *Antipov-Karatajev, I. N.* : Szbornik: Voproszi meliorácii szoloncov. Vip. I. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1958.
- [5] *Antipov-Karatajev, I. N.* et al.: Fiziko-himiceszkie szvojsztva pocsv v zaviszimoszti ot szosztava obmennyih kationov. Kolloidn. Zsurn. (3—4) 1935.
- [6] *Antipov-Karatajev, I. N., Jrin, I. A., Kader, G. M. & Froklna, L. A.* : Szravnitel'noe iszpitatie novih kompleksnih agroleszomeliorativnih i agrotehniczeszkih metodov oszvoenija szodovo-szulfatnih szoloncov CCSP. Vopr. Meliorácii szoloncov, V. 2. Izd. AN SSSR. 1960.
- [7] *Antipov-Karatajev, I. N. & Kader, G. M.* : O razvitii szoloncovih processzov v pocsvah Kamennoj Sztepi. Szb. Vopr. Travopolynoj szisztemi zemledelija. 1955.
- [8] *Antipov-Karatajev, I. N. & Mamaeva, J. Ja.* : A kicserélhető magnézium szerepe a talajok szolonyeces tulajdonságaiban. Agrokémia és Talajtan. 7. 1—14. 1958.
- [9] *Antipov-Karatajev, I. N. & Szedleckij, I. D.* : Fiziko-himiceszkie processzi szoloncovobrazovanija. Pocsvovedenie 883—907. 1937.
- [10] *Kcnonova, M. M.* : Priroda organiceszskogoveszesztva szoloncov Zavolzsj a i ego izmenenija pri meliorácii i orosenii. Trudi Pocsv. Inszt. AN SSSR. XXIV. 1940.
- [11] *Kugucskov, D. M.* : O karbonatnom szolenakoplenii v pocsvah Uzbekisztana. Doktorszkaja disszertacija. 1955.
- [12] *Mamaeva, L. Ja.* : O kolloidno-himiceszskom metode opredelenija dozirovok meliorirujusesih veszesztv dlja szoloncov. Trudi Pocsv. Inszt. AN SSSR. Tom. 51. 1956.
- [13] *Pak, K. P. & Antipov-Karatajev, I. N.* : Meliorácija i okulturivanie szoloncovih pocsv polupuszttinnih sztepej kak szredszto bor'bi sz zaszuhoj. Izd. MSZH SSSR. Moszkva. 1958.
- [14] *Ponomarev, G. M. & Szedleckij, I. D.* : O geneziszze pocsv csernozjomnogo rjadov v Csernigovszkoj leszozstepe. Trudi Pocsv. Inszt. AN SSSR. Tom. XXIV. 1940.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СВЯЗИ С МЕЛИОРАЦИЕЙ СОЛОНЦОВ

И. Н. Антипов-Каратаев

Почвенный Институт им. Докучаева АН СССР, Москва

Резюме

В СССР площади солонцов и сильно солонцеватых почв достигают 50 миллионов гектаров, на улучшение которых требуется 0,5—1,0 миллиард тонн гипса. Поэтому в СССР стремятся разработать новые мелиоративные мероприятия, чтобы дать помощь этой разработке проводят большую деятельность по изучению теоретических проблем образования солонцов и сильно солонцеватых почв. Автор даёт краткий обзор некоторых важнейших результатов исследований.

Из данных химических, гранулометрических и коллоидно-минералогических анализов видно, что развитие солонцового горизонта в нейтральной или близкой к ней среде обязано, главным образом, пептизационным процессам с инфильтрацией тонкодисперсных малоизмененных минеральных частиц в иллювиальный горизонт. Что касается содовых солонцов и сильно солонцеватых почв, то их развитие сопровождается частичным щелочным гидролизом, продукты распада которых, простые силикаты и алюминаты натрия, мигрируют по почвенному профилю.

Изучая закономерность катионного обмена, автор делает такой вывод, что развитие солонцов путем промывки нейтральных солончаков может совершаться в исключительных случаях. В щелочной среде происходит преимущественное поглощение натрия и более легкое образование солонцов. На основе достаточно больших материалов лабораторных опытов можно установить, что образование соды идет в условиях анаэробных биологических процессов из сульфатов натрия. Образование соды таким путем играет большую роль в генезисе солонцовых почв.

Кривые дисперсности и величина электрокинетического потенциала, при изучении пептизации с образцом суглинистого чернозема при различных количествах обменного натрия показали, что границей солонцов следует принять 20% обменного натрия. Граница между несолонцеватыми и солонцеватыми почвами может быть установлена при содержании обменного натрия около 10—12% от емкости поглощения почвы. Дозировка гипса для коренной мелиорации солонцов может определяться по количеству обменного натрия минус 10% его содержания от ёмкости обмена.

Автор подробно описывает роль обменного магния в солонцовых почвах и результаты исследований обменного магния. При расчетах доз гипса для мелиорации солонцов обменный магний может не приниматься во внимание.

Автор дает отчет результатов исследований в связи с балансом минеральных веществ почвы и растения. Эти опыты являются очень важными, дальнейшее развитие которых необходимо. В СССР при улучшении солонцовых почвагробиологическим методом получили хорошие результаты, сущностью этого метода является то, что активность находящегося в почве карбоната кальция повышается с помощью растительности. Данные опытов нескольких лет показывают, что применение этого метода для улучшения солонцовых почв, находящихся в зоне каштановых почв в орошаемых условиях на многих опытных местах дали хорошие результаты.

Испытали почво-улучшающее действие хлорида кальция. Опыты показали, что для исключения токсического действия иона хлора достаточно было провести мелиорируемое поле через черный пар.

Табл. 1. Площадь солонцов и солонцеватых почв по СССР (в тыс. га) (1) Республики и районы. (2) В зоне черноземных почв. (3) В подзоне темнокаштановых и (4) светлокаштановых почв. (5) всего.

Табл. 2. Состав коллоидов некоторых типичных солонцовых почв. (1) Название образца и глубина в см. (2) Аморфные составные части. (3) по валовому составу коллоидов ($< 0,2 \mu$). (4) Содержание гуминовых кислот в % от гумуса в почве в целом (5) Минералы коллоидов ($< 0,2 \mu$).

Табл. 3. Уменьшение во времени доли участия SO_4 и параллельное повышение щелочности в воде пруда № 6. в Каменной Степи (Воронежская область).

Табл. 4. Агрегатный состав солонцовой почвы в орошаемых условиях.

Рис. 1. Степень дисперсности (D) и величина электрокинетического потенциала (ζ) в зависимости от степени насыщенности почвы обменным натрием.

Рис. 2. Влияние доз гипса в зависимости от количества обменного натрия в % от ёмкости обмена почвы (Na-чернозема) на степень дисперсности (D) и вытеснение обменного натрия.

Рис. 3. Влияние доз гипса в зависимости от количества обменного натрия в % от ёмкости обмена Na-Mg-Ca-почвы на степень дисперсности (D) и вытеснение обменного натрия.

Рис. 4. Соотношение между составом почвенного раствора и легкоподвижных соединений (SiO_2 , P_2O_5 , Fe_2O_3 , A_2O_3) в почве и выносом зольных элементов люцерной за вегетационный период в орошаемых условиях, в кг/га. Почвенные растворы столбцами вниз от нулевой линии. Вынос — столбцами вверх от нулевой линии: 1. корнями, 2. стеблями, 3. листьями. Незаштрихованные столбцы — общий вынос.

Рис. 5. Динамика обменного натрия в солонцах каштановой зоны при орошении (в % от ёмкости), А) под люцерной, В) под влиянием сидерации (тригонеллы), С) под вязом мелколистным.

Рис. 6. Динамика обменного натрия в солонцах каштановой зоны без орошения (в % от ёмкости обмена).

Рис. 7. Динамика обменного натрия при различных вариантах мелиорации содово-сульфатных солонцов лесостепи (Каменная Степь) под лесными насаждениями. I. Контроль, вспашка в 1952 г. на глубину 35 см. II. Землевание солонца в 1952 г. III. Гипсование по вспашке 35 см. в 1952 г. IV. Гипсование с землеванием в 1952 г. 1. Анализ через 1 год (1953 г.), 2. Анализ через 2 года (1954 г.). 3. Анализ через 3 года (1955 г.).

Physikochemische Untersuchungen in Verbindung mit der Melioration von Solonetz-Böden

I. N. ANTIPOV-KARATAEV

Institut für Bodenkunde der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, Moskau

Zusammenfassung

Die Solonetzböden erreichen in der Sowjetunion einen Umfang von beinahe 50 Millionen Hektar. Zur Melioration der gesamten Solonetzböden wären 0,5—1,0 Milliard Tonnen Gips nötig. Deshalb werden jetzt die wissenschaftlichen Arbeiten, die als eine Grundlage zum Ausarbeiten neuerer Verbesserungsmethoden dienen können, erweitert und vertieft.

Chemische, granulometrische Analysen und Tonmineralien-Untersuchungen zeigen, daß die Bildung des spezifischen Solonetzhorizontes bei einer beinahe neutralen Reaktion durch eine Infiltration der unveränderten, fein dispergierten Bodenmineralien entsteht. Bei stark alkalischer Bodenreaktion und bei solodisierten Böden kann man einen hydrolytischen Vorgang feststellen und die Zersetzungsprodukte können als einfache Silikate und Natriumaluminat im Bodenprofil wandern.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung des Kationenaustausches wurde festgestellt, daß eine Solonetzbildung durch Auswaschen von Solonchakböden mit neutralem Salzgehalt nur ausnahmsweise vorkommen kann. Bei alkalischer Reaktion im Gegenwart von Na_2CO_3 können die Na-ionen stark adsorbiert werden und dadurch eine Solonetzbildung hervorrufen. Es wurde mit zahlreichen Untersuchungen festgestellt, dass Na_2CO_3 durch biologischen Vorgängen unter anaeroben Verhältnissen aus Na_2SO_4 entstehen kann. Die Bildung des Na_2CO_3 -es durch diese Reaktion spielt eine grosse Rolle bei der Bildung von Solonetzböden.

Die Kurven des Dispersionsgrades und des elektrokinetischen Potentials von Böden mit verschiedenem austauschbarem Na-Gehalt zeigten, daß 20% austauschbares Natrium als eine Grenze der Solonetzböden betrachtet werden kann. Die Grenze zwischen solonetzartigen und nicht solonetzartigen Böden wurde ungefähr bei 10—12% festgestellt. Die zur Bodenverbesserung nötige Gipsmenge kann so bestimmt werden, daß 10% aus dem austauschbaren Natriumgehalt des Bodens abgerechnet wird.

Die Bedeutung des austauschbaren Magnesiums in den Solonetzböden wird vom Verfasser stark betont. Er berichtet über die Ergebnisse einiger Versuche mit austauschbarem Magnesium. Bei dem Berechnen der zur Bodenverbesserungen anwendbaren Gipsmengen ist das austauschbare Magnesium nicht in Betracht zu nehmen.

Es werden auch Ergebnisse über die Bilanz der Mineralstoffe in der Pflanze und im Boden mitgeteilt. Solche Untersuchungen haben eine sehr große Bedeutung und müssen methodisch weiterentwickelt werden. In der Sowjetunion wurden mit der agrobiologischen Methode bei der Verbesserung von Solonetzböden sehr gute Erfolge erreicht. Bei dieser Methode wird die Aktivität des CaCO_3 -s durch Anbau entsprechender Pflanzen gesteigert. Mehrjährige Versuche des Verfassers zeigten, daß diese Methode mit Bewässerung ergänzt an den Solonetzböden in der Zone der kastanienbraunen Steppenböden sehr erfolgreich war.

Es wurde festgestellt, daß CaCl_2 als Verbesserungsmittel der Solonetzböden ebenso anwendbar ist, wie CaSO_4 . Die schädliche Wirkung des Cl -ions ist dadurch, daß der Boden eine Zeitlang als Brache behandelt wird, leicht vermeidbar.

Abb. 1. Der Dispersitätsgrad (d) und das elektrokinetische Potenzial (G) als Funktion der Na-Sättigung des Bodens

Abb. 2. Der Einfluß der, auf Grund des in Prozenten der Adsorptionskapazität ausgedrückten, adsorbierten Natriums berechneten Gips-Gaben auf den Dispersitätsgrad (D) des Bodens (des Na-Tschernosems)

Abb. 3. Der Einfluß der, auf Grund des in Prozenten der Adsorptionskapazität ausgedrückten adsorbierten Natriums berechneten Gips-Gaben auf den Dispersitätsgrad (D) und auf das Verdrängen des adsorbierten Natriums bei einem Na—Mg—Ca-Boden

Abb. 4. Zusammenhang zwischen der Zusammensetzung der Bodenlösung, der mobilen Verbindungen (SiO_2 , P_2O_5 , Fe_2O_3 , Al_2O_3) im Boden und den von der Luzerne während der Vegetationsperiode aufgenommenen Nährstoffen (in Kg pro Hektar). Die Kolonnen unterhalb der Abszissenachse beziehen sich auf die Bodenlösung, diejenigen oberhalb der Abszisse auf die von den Pflanzen aufgenommenen Nährstoffe; die Menge der Nährstoffe in den Wurzeln (1), in den Stängeln (2), in den Blättern (3). Die leeren Kolonnen charakterisieren die Nährstoffaufnahme der gesamten Pflanze

Abb. 5. Die Veränderungen des in Prozenten der Adsorptionskapazität ausgedrückten Natriumgehaltes in einem bewässerten Solonetz-Boden in der Zone der kastanienbraunen Böden; unter Luzernebestand (A), in Folge von Gründüngung mit *Trigonella* (B), unter Ulmenbaumbestand (C)

Abb. 6. Die Veränderungen des in Prozenten der Adsorptionskapazität ausgedrückten Natriumgehaltes in unbewässertem Boden; in der Kontrollparzelle (a), in der mit Gips meliorierten Parzelle (b)

Abb. 7. Die Veränderungen im Gehalt an adsorbiertem Natrium in Folge von Melioration mit verschiedenen Verfahren in der Zone der Wald-Steppen-Böden (auf der Kamennaja Steppe) in soda- und sulphathaltigem Solonetz-Boden unter Baumbestand. — Kontrolle, im 1952 35 cm tief gepflügt (I), die Melioration des Solonetz-Bodens erfolgte im 1952 mittels Überschiebung mit Erde (II), nach Tiefpflügen bis 35 cm im 1952 mit Gips melioriert (III), Gipsgaben mit der Erdeüberschiebung kombiniert im 1952 (IV). Die Bodenanalysen wurden ein (1), zwei (2), bzw. 3 Jahre (3) nach der ausgeführten Melioration unternommen

Tab. 1. Die Gesamtfläche der Solonetz- und stark solonetzisierten Böden in zonaler Einteilung, in 1000 Hektaren. Die Republik und die Gesamtfläche (1), in der Tschernosem-Zone (2), in der Unterzone der tief- und lichtkastanienbraunen Böden (3), insgesamt (4)

Tab. 2. Die Zusammensetzung des kolloiden Anteils einiger typischen Solonetz-Böden. Die Benennung der Bodenprobe und die Tiefe der Entnahme in cm (1), amorphe Bestandteile (2), die Ergebnisse der Bauschalyse der kolloiden Fraktionen (0,2 u) (3), der Huminsäuregehalt in Prozenten des Gesamthumus des Bodens (4), die Minerale im kolloiden Anteil (0,2 u) (5)

Tab. 3. Die Verminderung des Sulphatgehaltes und im Zusammenhang damit der Anstieg der Alkalität im Seewasser Nr. 6, auf der Kamennaja Steppe (Bezirk Voronez).

Tab. 4. Die Ergebnisse der Strukturuntersuchungen (in Prozenten) bewässerter Solonetz-Böden