

A szilíciumvegyületek különböző formái és eloszlásuk szology és szologyos talajokban

SZABOLCS ISTVÁN és SZENDREI GÉZA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest

A szologyosodás egyike azon talajképződési folyamatoknak, melyekkel kapcsolatosan ismereteink még ma is hézagosak. Annak ellenére, hogy a jelentőséget közel 70 éve leírta POPOV [43] magának a folyamatnak mibenléte és pontos mechanizmusa ma sem tisztázott. A szology talajok, valamint szologyos szolonyec és egyéb szikes talajok a genetikai talajosztályozásokban önálló helyet foglalnak el, míg más talajosztályozási rendszerekben a folyamat egyes jellegzetes vonásai alapján különböző talajok között szerepelhetnek. Így megállapíthatjuk, hogy a világ 1 : 5 000 000 UNESCO—FAO talajtérképén szereplő planosolok, valamint az újabb szovjet talajosztályozásokban szereplő szlitie pocsvi elnevezésű talajfeleségek egy része a szologyos talajok csoportjába tartozik. A szologyképződés jelentősége nemcsak e típus természetes előfordulása miatt figyelemreméltó, hanem azért is, mert egyre gyakrabban szerepel az irodalomban olyan szologyképződési folyamatok leírása, amelyek az ember termelő tevékenysége következtében fejlődnek ki. SZABOLCS [45, 46] öntözéses viszonyok közt, újabban pedig LAVADO és CAIRNS [32] a nagymértékű műtrágyázás következtében kifejlődő szologyosodásról írnak, s egyre sűrűbben jelennek meg azok a dolgozatok is, amelyek különösen távolkeleti országoknak öntözött talajaiban ismerik fel ezt a jelenséget. Egyöntetű az a vélemény, amely POPOV [43], GEDROIC [8], KOVDA [27, 28], SZABOLCS [45, 46, 47, 50] TYURIN [51] és mások munkáiban található, hogy a szologyosodás következtében a talajok felső rétege vagy közvetlen a felszíntől, vagy az A_2 szintben fakó szint, porszerű szerkezetet mutat, ami együtt jár e talajokban a kovasavvegyületek mennyiségének növekedésével, a másfélszeres oxidok arányos csökkenésével, s a talajok bizonyos fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságainak romlásával.

A morfológiai bélyegeken és az összkovasav mennyiségének növekedésén kívül sajnos kevés olyan pontos analitikai módszerrel rendelkezünk, melyek segítségével a szologyosodás minőségi és különösen mennyiségi viszonyait jellemezhetnénk. Ez az oka annak, hogy magáról a folyamatról is a szakirodalomban néha ellentmondó és bizonytalan vélemények találhatók, s a talajosztályozással foglalkozó szakemberek nehézségekkel találkoznak, mikor pontos analitikai adatok segítségével kívánják e talajokat azonosítani. Alapvetően még mindig GEDROIC álláspontja az elfogadott, aki módszert dolgozott ki az ún. amorf kovasav meghatározására 5%-os kálilúgos kivonatból, s e módszer alapján mérve határozta meg azokat a határértékeket mind a kioldható SiO_2 -re,

mind a $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ arányra vonatkozóan, melynek alapján szologyos vagy szology talajokról beszélhetünk.

Később számos kutató ellentmondásokat talált a GEDROIC módszerével mért értékek, valamint a szology talajok morfológiai sajátosságai közt, azaz egyes esetekben az 5%-os kálilúgos kivonat elemzése alapján szology talajnak kellett volna minősíteni olyan képződményeket, amelyek e típus fizikai, morfológiai sajátosságait nem mutatták, másrésről olyan talajokban, amelyek helyszíni vizsgálat alapján kétségkívül szology vagy szologyos talajoknak tekinthetők, az 5%-os káliumhidroxidos analízis eredményei ezeket a megállapításokat nem igazolták. Az elfogadott vélemény szerint akkor beszélhetünk szologyos vagy szologyos talajokról, ha mind a morfológiai bélyegek, mind az analitikai ismérvek ennek a típusnak a jelenlétét alátámasztják.

Számos kutató jutott arra a megállapításra, hogy a GEDROIC által „amorf” kovasavnak nevezett vegyület korántsem homogén, hanem bizonyos olyan szilíciumvegyületek összességét képezi, amelyek egyes oldószerekben oldhatók, azonban összetételét tekintve több anyag elegye, amelyek a szologyosodás során felhalmozódnak, vagy vegyületeikből felszabadulnak.

Ugyancsak hosszú időn keresztül képezett vitát az a kérdés is, hogy e vegyületeknek mi az eredete. Voltak, akik a szology talajokban felhalmozódó kovasav képződését csak biológiai, mások csak abiotikus folyamatok eredményének tartották. Azzal együtt, hogy fel kell tételeznünk a kovasav vegyületek heterogenitását, azt is el kell fogadnunk, hogy keletkezésük egyaránt kapcsolható biológiai és abiotikus folyamatokhoz.

Ahhoz, hogy e folyamatok mibenlétét, részletesebb mechanizmusát feltárjuk, első lépés a szology talajokban jelenlévő kovasav vegyületek pontosabb kémiai és morfológiai ismerete. A szologyosodás során a kovasav-forgalmat a talajban biotikus és abiotikus folyamatok szabályozzák. A szology talajokban a biogenetikus kovasav felhalmozódás lehet növényi eredetű, így JARILOVA [21] és mások írtak le kova-anyagú fitolitokat a talajokból. Különösen jelentős mennyiségű szilíciumot halmaznak fel a hidrofil növények, így a rizs is (SZABOLCS és DARAB [48], TYURIN [51]) szerint a fitolitok mellett a kovasav biogenetikus forrásai lehetnek a szivacs tük és a kovamoszatok is. A kovamoszatoknak a hidromorf viszonyok kedvező életteret biztosítanak, ezért TYURIN a kovasav felhalmozódását nemcsak a szology talajokra, hanem általában a hidromorf talajokra tartja jellemzőnek.

VÁMOS [52] a bakteriális tevékenység szerepére irányította a figyelmet. Az anaerob mikrobiológiai tevékenység a szulfidok és ezek között is elsősorban vasszulfid képződéséhez vezet, amelyből az oxidáció során kénsav képződik. A sav feltárja a szilikát ásványokat, ennek következtében kovasav szabadul fel.

Az abiotikus eredetű kovasav forrása a talajban a különböző szilícium-oxid és szilikát ásványok mállása, oldódása. Ezek között az ásványok között legnagyobb mértékben az amorf $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ oldódik. Az oldott kovasav mennyisége meghaladhatja a 100 mg SiO_2/l koncentrációt is (KRAUSKOPF és SIEFERT, cit. NEMECZ [37]). A kvarc oldódása ennél kisebb mértékű, HENDERSON, SYERS és JACKSON [17] összegezése szerint 0–30 mg SiO_2/l között van. A kvarc szemcse nagyságának csökkenésével oldódásának mértéke jelentősen nő, 0,01–0,001 μm méret közötti szemcse nagyságnál a 150 mg SiO_2/l -t is meghaladja (LIDSTRÖM, cit. WILDING, SMECK és DREES [56]).

A talajban előforduló gyakoribb szilikátok között az agyagásványok oldódása számottevő mértékű. SIEFERT (cit. NEMECZ [37]) szerint a montmo-

rillonit és a kaolinit oldhatósága 0–10 mg SiO_2/l között van és csak a H-montmorillonitnál ér el nagyobb koncentrációt, 50 mg SiO_2/l értéket. Azt a megfigyelést, hogy a nátrium-hidrogén ioncsere során — amely a szology talajokra jellemző ioncsere folyamat — a montmorillonit kristályrácsa fellazul és oldódása nő, BAR-ON és SHAINBERG [2], BARSHAD [3] és SHAINBERG [44] adatai is bizonyítják. A kovasav oldódása a szilárdfázis milyensége mellett függ a vele kölcsönhatásban lévő oldat tulajdonságaitól. Az oldat kémhatását tekintve az oldódás mértéke pH = 9 felett nő meg, amikor a monokovasav helyett H_3SiO_4^- ion megy oldatba.

A szilícium tartalmú ásványok oldódása mellett számos szerző, így BECKWITH és REEVE [5, 6], MCKEAGUE és CLINE [35, 36], PHAIL, PAGE és BRINGHAM [42], YARIV [57] hangsúlyozták a szilíciumnak a talaj szilárdfázisán történő de- és adszorpciójának szerepét a talajoldat kovasav tartalmának szabályozásánál. E folyamatban a talajásványok között a vas-, és alumínium-oxihidroxidoknak és főleg a hidroxidoknak tulajdonítják a legnagyobb jelentőséget. Az adszorpció a maximumot BECKWITH és REEVE [5, 6] kísérletei szerint pH = 7–9 között éri el. A pH csökkenésével a deszorpció mértéke nő. A fenti pH értéktartományok jellemzők a szology talajokra.

Az anaerob közegben, ami legalábbis időszakonként jellemző a szology talajokra, a kovasav oldódása megnő. Az oldódás növekedését PAJRISCHA és PONNAMPERUMA [41] úgy magyarázzák, hogy a vas-, mangánoxidokon, és oxihidroxidokon adszorbeálódott kovasav a redukció során deszorbeálódik.

A fenti megállapítások azt mutatják, hogy a kovasav fokozott mértékben oldódik a szology talajokra jellemző kémhatásnál és anaerob viszonyok között. A szology talajokra jellemző pH értékek lúgos tartományában ugyan megnő a szilícium adszorpciójának mértéke, de a csökkenő pH értékekkel deszorbeálódik, oldatba megy a szilíciumvegyületek jelentős része. Márpedig a szologyképződés gyakran következetesen, néha időszakosan, de együtt jár a lúgos kémhatás csökkenésével, semleges vagy savas kémhatás fellépésével.

A kovasav fokozott mobilitását és felhalmozódását közvetlenül bizonyítja a kovasav eloszlása e talajokban. KOVDA és BAZILEVICS (cit. BAZILEVICS [4]) meghatározták Baraba-alföldi talajokban a vízben oldható kovasav mennyiségét, ami 0,1%-ot is elér. A kovasav tartalom maximuma 0,01–0,1% között volt a szology talajok B szintjében, az A szint 0,005–0,01%-ához képest. A szolonyec talajok vízben oldható kovasav tartalma PAK [39] valamint PANOV, GONCSAROVA és RODINOVA [40] adatai szerint 0,001–0,01 között mozog, és a maximuma általában a B szintben, néhány esetben az A, ill. C szintben volt. A kovasav hajlamos a polimerizálódásra. Kovasav gélek képződésének maximuma ILER [18] szerint 5–8 pH értéknél, a szology talajokban előforduló pH tartományban van. PANOV, GONCSAROVA és RODINOVA [40] szolonyec talajokban kolloid állapotú kovasavat határoztak meg 0,01–0,001% SiO_2 nagyságrendben, amelynek maximuma ugyancsak a B szintben volt.

Az általános felfogás szerint a kovasav oldatból való kiválását amorf anyagként $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ formájában vagy allofánként tételezik fel [53]. WADA és KUBO [54] 25 °C hőmérsékleten és 1 atm. nyomásnál 70–270 mg SiO_2/l koncentrációjú monokovasav oldatokból 6,7 és 8 pH értékeknél különböző $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ arányoknál alumínium sókkal csapadékot választottak le. A csapadékokban több mint egy évi állás után is csak röntgenamorf alumíniumszilikátokat mutattak ki. WADA, ETO és WADA [55] a szintézis meggyorsítására a kísérleteiket 95–100 °C-on végezték. 60–120 mg SiO_2/l koncentrációjú olda-

tokból különböző pH értékeknél és $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ arányoknál alumíniumkloriddal leválasztott csapadékokban allofánt és imogolitot mutattak ki.

NEMECZ [37] összegezte a földfelszíni hőmérsékleten és nyomáson végbemenő agyagásvány képződés lehetőségeit és értékelte SIEFERT kísérleteit, aki kaolinitet szintetizált. HARDER [14, 15] ezen földfelszíni körülmények között, megfelelő összetételű oldatból montmorillonitot, illitet és kloritot állított elő. KOVDA és TRUBIN [29] a talajban végbemenő agyagásvány képződés lehetőségét támasztották alá. Kvarc képződését is megfigyelték földfelszíni nyomáson és hőmérsékleten MACKENZIE és GEES [33] primer kvarcsemcsékre kicsapódott másodlagos kvarcot írtak le tengervízből.

A fentiekből az következik, hogy az amorf és a kristályos szilícium tartalmú ásványok a szology talajokban az oldott kovasav forrásai lehetnek, de fennáll elsősorban az amorf $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$, az allofán és az agyagásványok képződésének lehetősége is.

Arra a felismerésre, hogy a szology talajokban a kovasav amorf állapotban halmozódik fel, már GEDROIC [9] is eljutott, de megbízhatóan ezt aránylag kevés esetben mutatták ki [4, 13, 22, 23, 25]. KORNBLJUM, DEMENTEVA és DRONOVA [23] által vizsgált szology talajokban a 0,5 N NaOH-ban oldható ún. amorf kovasav maximuma a B szintben volt, ami ellentétes GEDROIC ama megállapításával, hogy a szologyosodott A, A_1 és A_2 szintben található az „amorf” kovasav maximuma. Meg kell azt is állapítani, hogy a szologyosodás során a kovasav gyakran lemosódhat a B szint felső rétegeibe, így az A szintben keletkezett vegyületet az elemzés során itt mutatják ki.

A szology talajok agyagfrakciójából számos esetben, így AHTÜRCEV, KADER és JARILOVA [1], BAZILEVIC [4], CSIZSIKOVA, GRADUSZOV és TRAVNIKOVA [7], KORNBLJUM et al. [24, 25], KORNBLJUM és DEMENTEVA [22], LABENYEC [31], OERTEL és BLACKBURN [38] kvarcot mutattak ki és több esetben megfigyelték a szologyos szintben a dúsulását is. GEREI [10, 11, 12] vizsgálta a hazai szikes talajok ásványi összetételét és a hortobágyi szologyos réti szologyec talajoknál finomdiszperz kvarcot írt le.

A fenti ismeretek még jobban nyilvánvalóvá teszik a kovasav meghatározó szerepét a szologyosodás folyamatában, ezért foglalkozunk részletesen a kovasav különböző formáinak és eloszlásának vizsgálatával.

A szology talajok, valamint a szologyosodás folyamatának vizsgálatát megnehezíti az is, hogy ezek a talajok különböző ökológiai viszonyok között, különböző természeti övezetekben találhatók. Mint ismeretes, POPOV [43] első leírásában az orosz síkság erdős sztyeppéinek szology talajait jellemezte és sokáig úgy vélték, hogy e talajok főként ilyen körülmények között fordulnak elő. GEDROIC [8] fő figyelmét az egyéb szikes talajokkal együtt fellépő szologyosodásra és előforduló szology talajokra fordította. Az erdős sztyeppes területen túlmenően alluviális síkságokon, félsivatagokban, sőt sivatagokban is írtak le szology talajokat. A környezeti viszonyok nagyban befolyásolják nemcsak e talajok olyan morfológiai sajátosságait, mint szín, mechanikai összetétel, minerológiai összetétel, biológiai tevékenység, stb., hanem magának a szologyképződési folyamatnak egyes jellemzőit is. Ez a körülmény még nehezebbé teszi, hogy a szologyosodás folyamatait leírjuk és a szology talajokat paraméterekkel jellemezhessük.

Abból a célból, hogy helyi sajátosságok ne moshassanak el általános törvényszerűségeket, vizsgálatainknál két különböző hazai tájegységhez tartozó szologyos szologyec talajt tettünk vizsgálat tárgyává. Egyiket a Hortobágyról,

másikat pedig Dévaványa környékéről vettük. E két talajmintával együtt vizsgáltunk két, Nyugat-Szibériából (Baraba Alföld) Zdvinszk vidékéről származó szology talajmintát is.

Annak ellenére, hogy kézenfekvőnek látszik, miszerint a szilíciumvegyületek időszakosan a talaj folyadékfázisában fordulnak elő, a kutatók eddig kevés figyelmet fordítottak ennek vizsgálatára. Már KOVDA [19, 26, 30] és munkatársai utalnak arra, hogy a talajvizekben található kovasav vegyületek, melyek egyes geokémiai övezetekben igen jelentős mennyiségben szerepelhetnek, nagy befolyást gyakorolnak a talajképződési folyamatokra, ezen belül a szikesedésre is. Kézenfekvő az is, hogy olyan alluviális síkságokon, ahol gyengén mineralizált és gyengén alkalikus talajvizek találhatóak a felszíntől nem túl nagy mélységben, és közvetlen hatást gyakorolnak a talajképződési folyamatokra, ezek kémiai összetétele nagyban befolyásolja a talajok kémiájának alakulását. A gyengén mineralizált és gyengén lúgos természetes vizekben a kovasav vegyületek oldott formában is megtalálhatók, azonban finom eloszlásban is, valószínűleg állandó kölcsönhatás van a kolloidálisan és valóban oldott kovasav vegyületek közt e talajvizekben. Sajnos a szologyosodást vizsgáló módszerek e jelenséget nagymértékben figyelmen kívül hagyták eddig, sőt magát a talaj folyadékfázisát is kevésbé vizsgálták a kovasav vegyületek dinamikáját illetően. Ez alól csak néhány dolgozat képez kivételt [4, 50]. A szilárd fázison kívül a kísérleti talajok telítési kivonataiban is elemzéseket végeztünk azok kovasav tartalmára vonatkozóan, mivel feltételezzük, hogy a szology talajokban mért és a szilárd fázisban mutatkozó ún. amorf kovasav különböző folyamatok során hosszabb vagy rövidebb ideig a folyadékfázisban mutakozhat, sőt tartósan a folyadékfázis egy komponensét is képezheti.

Kísérleti anyag és módszerek

Vizsgálatainkat egy dévaványai, szologyos közepes réti szolonyec, egy hortobágyi, szologyos kérges réti szolonyec és két zdvinszki (Baraba Alföld, Szibéria) szology talajjal végeztük el. Ezekben a talajszelvényekben megfigyelhetők voltak a szologyosodásra jellemző morfológiai sajátságok: a szologyos szint fakó színe, poros vagy lemezes szerkezete és a felhalmozódási szint.

Meghatároztuk a talajminták és agyagfrakciók összes szilíciumoxid tartalmát, az ún. amorf kovasav és a telítési kivonatokban az összes, oldott és kolloidális kovasav mennyiségét. Az összes szilíciumoxid mennyiségét Na_2CO_3 — K_2CO_3 -os feltárás után gravimetriásan az ún. amorf kovasavat pedig HASHIMOTO és JACKSON [16] szerint 0,5 N NaOH-ban történő 2,5 perces forralással történő kioldás után JACKSON [20] kolorimetriás módszerével határoztuk meg. Ez a kezelés a kovasavat a $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ -ból és az allofánból oldja. A telítési kivonatokban az oldott kovasav mennyiségi elemzése JACKSON [20] szerint történt. A kolloidális kovasavat a nátrium-karbonátos forralás után [34] a telítési kivonat összes és oldott kovasav tartalmának különbségéből számoltuk. A szologyosodott szintekben az 5%-os KOH-ban kioldható kovasav tartalmát és $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ arányt SZABOLCS és SZEDER [49] módszere szerint határoztuk meg.

A módszer ásványtanilag GEDROIC [8] szerint a következőképpen értelmezhető: a $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ arány a kaolinitban 2 : 1, így az ezt meghaladó arány amorf kovasav oldódására utal. GEDROIC elméletének megalkotása után lettek általánosan ismertté a kaolinit mellett a többi agyagásványok is. Amint arra

az előzőkben is rámutattunk, a lúgos forralások oldják az agyagásványokat. Ezeknek a kristályrácsában a $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ arány meghaladja a kettőt. Ez az érték az ideális összetételt feltételezve a montmorillonit esetében 2,4; az illitnél 2,6; a kloritnál pedig 3 (NEMECZ [37]). A módszer elvi alapja már nem fogadható el helyesnek, ezért ezeket az adatokat ásványtanilag nem értékeljük.

Vizsgálati eredmények és értékelésük

A vizsgált talajok szologyosodott szintjeiben a szilíciumvegyületek felhalmozódása a talaj összes szilíciumoxid tartalmának jelentős mérvű növekedésében is lemérhető. Az agyagfrakció összes SiO_2 tartalmában is megfigyelhető növekedés, de ez csak a hortobágyi szologyos kérges réti szolonyec talajban jelentősebb mértékű. Az összes szilíciumoxid tartalom növekedésének egyik oka a kvarc előfordulása, amit röntgendiffrakcióval, szologyos szintek agyagfrakciójából is kimutattunk.

Az 1. táblázaton a szilíciumdioxid és a kovasav különböző formáinak eloszlását mutatjuk be szology és szologyos talajokban. A táblázatból látható, hogy mind a négy vizsgált talajban az összes SiO_2 mennyisége a felső szintekben felhalmozódást mutat és a szelvény mélyebb rétegei felé jelentősen csökken. Kisebb mértékben, de ugyanez a tendencia ismerhető fel az agyagfrakció vonatkozásában is. Az 5%-os KOH-ban kioldott SiO_2 mennyiségét és az $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ arányt tekintve mind a négy vizsgált talajszelvény a szologyosodás jeleit mutatja, sőt az SiO_2 mennyisége olyan jelentős, hogy ennek alapján e talajok a szologyok közé sorolhatók. Ugyanezt erősíti meg a $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ vizsgálata is, ahol mind a négy vizsgált talaj esetében, különösen a hortobágyi szologyos kérges réti szolonyecen igen tág arányt mértünk, ill. határoztunk meg a felső szintben. Ez az arány minden vizsgált szintben jóval meghaladja azokat az értékeket, amelyeket GEDROIC a szologyosodás kritériumának tart. A kristályos szilíciumoxid felhalmozódása mellett megfigyelhető a szologyos szintekben az úgynevezett „amorf” kovasav feldúsulása is.

A 2. táblázaton az agyagásványokból és a finomdiszperz kvarcból 0,5 N NaOH-s kezeléssel kioldható kovasav mennyiségeit tüntetjük fel.

Az „amorf” kovasav tartalom meghatározására HASHIMOTO és JACKSON [16] által kidolgozott 0,5 N NaOH-os forralással végzett szelektív kioldást alkalmaztuk. A szelektív kioldási módszereknek számos hátránya van, azonban az adott ásványi összetételnél a rendelkezésre álló egyéb, az amorf anyag meghatározására alkalmas módszerek — pl. a termikus elemzés — még a szelektív kioldáshoz hasonló korlátozott mértékben sem voltak alkalmazhatók. A szerzők szerint ez a szelektív kioldási módszer nemcsak az allofánt, „amorf”, illetve „szabad” kovasavat és alumíniumhidroxidot oldja, hanem bizonyos mértékben az agyagásványokat is, mint azt a 2. táblázatból is láthatjuk. Az oldódás mértéke az agyagásvány összes mennyiségéhez képest kevés, de az abszolút mennyisége a kovasav koncentrációnak abba a nagyságrendjébe esik, amely megfelel a hazai talajokban várhatóan előforduló amorf anyagok mennyiségének. HASHIMOTO és JACKSON [16] meghatározták a montmorillonitból és a kaolinitből a kezeléssel kioldódó kovasav tartalmát. Ezeknek az adatoknak kiegészítésül vizsgáltuk meg azt, hogy a többi agyagásványból (illit, klorit) és a finomdiszperz kvarcból ($<1 \mu\text{m}$) a fenti módszer milyen mértékben old ki kovasavat (2. táblázat). Az adatok azt mutatják, hogy az illitből és kloritból jóval kevesebb kovasav oldódik ki, mint a montmorillonitból és a kaolinitből. A finom-

I. táblázat
A szilíciumdioxid és a kovasav különböző formáinak eloszlása
szology és szologyos talajokban

(1) A talaj jele, típusa és a genetikai szint jele	(2) Összes SiO ₂ %		(3) 5% KOH-ban kioldott		(4) 0,5 N NaOH- ban kioldott SiO ₂ %		(5) A telítési kivonat kovasav tartalma, SiO ₂ mg/l		
	Talaj- ban	Agyag- frakció- ban	SiO ₂ %	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	Talaj- ban	Agyag- frakció- ban	Összes	Oldott	Kolloid
A) Dévaványai szologyos, köze- pes réti szolonyec									
A ₁	71,26	47,90	2,36	14,09	3,78	7,96	39,6	30,0	9,6
A ₂	71,36	47,31	2,58	12,21	4,30	6,59	21,8	21,9*	—
B ₁	63,28	47,27	1,82	2,57	4,88	6,76	18,1	11,7	6,4
B ₂	61,28	46,83			4,15	4,76	15,3	11,7	3,6
BC	55,27	47,76			3,32	5,33	7,0	7,1*	—
C	54,81	48,77			3,06	4,20	7,3	5,2	2,1
B) Hortobágyi szologyos, kérges réti szolonyec									
A	77,19	67,42	5,52	214,09	9,45	17,80	24,6	21,4	3,2
B ₁	72,07	51,12	1,90	50,97	3,90	8,76	21,9	18,3	3,6
B ₂	68,75	49,03	1,48	14,34	3,16	5,42	14,4	13,9	0,5
BC	63,39	50,56			3,54	3,54	15,4	14,7	0,7
C	65,45	50,55			3,09	3,24	26,7	15,7	11,0
C) Zdvinszk-1, szology									
A ₁	80,76	68,36	4,49	43,45	4,35	9,61			
A ₂	81,48	63,64	1,11	12,34	1,97	5,56			
D) Zdvinszk-2, szology									
A _{sz}	70,01	51,75	2,05	25,35	2,32	6,47			
B	66,50	48,12	1,24	9,84	1,86	5,96			

* A 0,1% különbség a módszer hibáján belül van.

düszperz kvarcból jelentős mennyiségű szilíciumoxid megy oldatba. A fentiek arra a következtetésre vezetnek, hogy e szelektív kioldási módszerrel meghatározott eredmények kvantitatíve nem értékelhetők, azonban az „amorf” kovasav eloszlásának tendenciájára lehet következtetéseket levonni belőle.

Az agyagfrakcióból 0,5 N NaOH-s forralással kioldott SiO₂ eloszlását részletesen értékeljük, mert ez az „amorf” kovasav eloszlását közvetlenebbül tükrözi, mint a talajból meghatározott értékek, amit az agyagfrakció mennyisége is befolyásol. A hortobágyi, szologyos kérges réti szolonyec talaj agyagfrakciójából kioldott kovasav mennyisége a C szinttől az A szintig nő, az A szintben növekedése ugrásszerű. Az agyagásványok közül kis mennyiségben fordul elő a kaolinit, ezért az agyagásványok zavaró hatásának értékelésénél nem vesszük figyelembe. A BC—C szint agyagfrakciójának ásványtani összetétele (klorit, montmorillonit, illit) és a kioldott kovasav kis mennyisége azt jelzi, hogy a kovasav e szintekben elsősorban az agyagásványokból oldódott ki és az „amorf” kovasav mennyisége nem jelentős. A B₂ és B₁ szintben nagyobb a kioldott kova-

2. táblázat

Az agyagásványokból és a finomdiszperz kvarcból 0,5 N NaOH-os kezeléssel (HASHIMOTO és JACKSON [16] szerint) kioldható kovasav mennyisége

(1) Ásvány neve és eredete	SiO ₂ %	(2) Megjegyzés
A) Montmorillonit, Upton, Wyoming	6,93	HASHIMOTO és JACKSON [16] alapján
B) Kaolinit, Merck	5,32	HASHIMOTO és JACKSON [16] alapján
C) Illit, Füzérradvány	1,50	
D) Klorit-1, Magyar Természettudományi Múzeum gyűjteményéből	2,04	
E) Klorit-2, Magyar Természettudományi Múzeum gyűjteményéből	2,23	
F) Klorit-3, Magyar Természettudományi Múzeum gyűjteményéből	0,79	
G) Kvarc p. a. \varnothing 0,001 mm >	9,16	

Az elemzéseket készítette: V. Nagy Imréné.

sav mennyisége, ugyanakkor a montmorillonit tartalom, amelyből az agyagásványok közül a legtöbb kovasav oldódik ki és a klorit tartalom nem nő. Ez arra utal, hogy ezekben a szintekben az „amorf” kovasav mennyisége viszonylag több. Az A szintben több az illit, és a klorit és a montmorillonit mennyisége csökken, így az agyagásványokból kioldott kovasav mennyisége is csökken. Ugyanakkor a szintben finomdiszperz kvarc fordul elő, amely jelentős mértékben oldódik. A mintából kioldott kovasav mennyisége azonban közel kétszerese a 100%-nyi finomdiszperz kvarcból kioldható mennyiségnek. Ez ugyancsak arra utal, hogy az A szintben a B szinthez képest még nagyobb az „amorf” kovasav mennyisége.

A dévaványai szologyos kérges réti szolonyec talaj agyagfrakcióiból kioldott kovasav mennyisége a C és BC szintekben több, mint a hortobágyi talajban. A B₂ szintben mennyisége kissé csökken, majd pedig az A szint felé nő, — azonban jóval kisebb mértékben mint a hortobágyi talajban. Az „amorf” kovasav eloszlásának értékelésénél ugyanazt a gondolatmenetet követtük, mint a hortobágyi talaj adatainál. A dévaványai szologyos kérges réti szolonyec talaj A és B szintjében azonban kisebb mértékű „amorf” kovasav felhalmozódással kell számolni mint a hortobágyi talajban.

Az „amorf” kovasav kismértékű felhalmozódása a szologyos szintben a szibériai szology talajmintáinál is megfigyelhető (1. táblázat).

Az 5%-os KOH-ban kioldott kovasav tartalom és a SiO₂/Al₂O₃ arány azt jelzi, hogy a vizsgált talajok szologyosak. A szibériai szology talajban (I szelvény) és a hazai szologyos réti szolonyec talajok közül a hortobágyi talaj A szintjében a dévaványai talaj szologyos A szintjéhez képest a vizsgálat nagyobb mérvű szologyosodásra utal.

A két szelektív kioldási módszert összehasonlítva megállapítható, hogy az 5%-os KOH-os forralásnál kevesebb kovasav oldódott ki egy mintát kivéve minden vizsgált mintából. Ennél a módszernél a talaj-reagensoldat arány jóval kisebb (1 : 20), mint a 0,5 N NaOH-s kezelésnél (1 : 1000), a kezelés hőmérséklete alacsonyabb, az oldat koncentráció ugyanakkor az 5%-os KOH-s kezelésnél nagyobb; 0,89 N.

A folyadékfázisban a kovasav tartalom eloszlását a telítési kivonatokban meghatározott összes, koloidális és oldott kovasav tartalom alapján értékeljük. A hortobágyi szologyos kérges réti szolonyec talaj C szintjében magas mind az összes, mind az oldott, mind pedig a koloidális kovasav tartalom. A hortobágyi talajban a B₂, a dévaványai talajban pedig a C szinttől kezdve a felszín felé nő a mennyiségük és a szologyos szintben van a maximumuk. A dévaványai szologyos, közepes réti szolonyec talajban a szologyos szintben nagyobb mérvű ez a kovasav felhalmozódás mint a hortobágyi talajnál.

Az oldott kovasav egyrészt az „amorf” kovasavból származhat, amely hasonló eloszlást mutat a különböző szintekben és jelentős mennyiségű kovasav oldódhat ki belőle. A szologyos szintben a vízben oldott kovasav másik forrása a kvarc, elsősorban a finomdiszperz kvarc, amelynek oldódása ugyancsak jelentős mérvű.

A talajban feltételezhető agyagásvány átalakulások is hozzájárulnak a kovasav felhalmozódásához a talajoldatban. A koloid kovasav felhalmozódását a talajokban elősegíti a szology talajok kémhatása, ami átfedi a kovasav gelesedésének optimális pH tartományát.

A telítési kivonatok kovasav és az ún. amorf kovasav tartalom maximumot mutat a szologyos szintekben a hortobágyi és a dévaványai szologyos, réti szolonyec talajokban. Ez az eloszlás megerősíti GEDROIC és mások álláspontját a szologyosodás jellegéről.

A vizsgálatok eredményeit az egyes talajszelvények szerint értékelve a következő megállapítások tehetők:

1. A dévaványai szologyos közepes réti szolonyec talajban, mind a talajban és az agyagfrakcióban lévő összes SiO₂ tartalom, mind az agyagfrakció „amorf” kovasav tartalma és a telítési kivonat összes, oldott és koloidális kovasav tartalma a szologyos A szintben mutat maximumot. Jelentősebb feldúsulás a talaj összes SiO₂ tartalmában és a telítési kivonat összes és oldott kovasav tartalmában figyelhető meg.

2. A hortobágyi szologyos kérges réti szolonyec talajban a talaj és az agyagfrakció összes SiO₂ tartalmának, az agyagfrakció ún. amorf kovasav tartalmának és a telítési kivonatok kovasav tartalmának maximuma ugyancsak az A szintben van. Jelentős feldúsulás a talaj összes SiO₂ tartalmában és különösen az agyagfrakció összes SiO₂ és „amorf” kovasav tartalmában van.

3. A szibériai szology talajban (Zdvinszk-2) a talaj és az agyagfrakció összes SiO₂ és az agyagfrakció „amorf” kovasav tartalma az A szintben mutat maximumot. (A telítési kivonatok kovasav tartalmát nem határoztuk meg.)

4. Vizsgálatainkat összegezve megállapítható, hogy a szologyos szintekben mind a szilárdfázisban lévő összes, kristályos és „amorf” kovasav, mind pedig a folyadékfázisban lévő összes, koloidális és oldott kovasav feldúsul.

5. A dévaványai és hortobágyi szologyos kérges réti szolonyec kovasav eloszlását összehasonlítva megállapítható, hogy a hortobágyi talajban a szilárdfázisban, míg a dévaványai talajban a folyadékfázisban nagyobb mértékű a kovasav felhalmozódása.

Összefoglalás

Értékeltek a szologyosodás vizsgálatának jelentőségét és helyzetét, összegeztük a kovasavnak a talajban gyakoribb ásványokból való oldódásával, az oldatbani polimerizációjával, és az oldatból történő kiválásával, valamint a szology talajokban a kovasav eloszlásával foglalkozó szakirodalmi adatokat.

A szology és szologyos talajokban a szilíciumvegyületek különböző formáinak és eloszlásának vizsgálatára két különböző hazai tájegységhez tartozó, egy hortobágyi és egy dévaványai réti szolonyec talajt választottunk ki. E két talajszelvény mintáival együtt vizsgáltunk két, Baraba Alföldről (Nyugat-Szibéria) — mely a szolonyec és szology talajok tipikus előfordulási helye — származó szology talaj mintáit is.

Meghatároztuk a talajminták és az agyagfrakciók összes szilíciumoxid tartalmát, az „amorf” kovasav és a telítési kivonatokban az összes, az oldott és a kolloidális kovasav mennyiségét, és az 5%-os KOH-ban oldható SiO_2 tartalmát és a $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ arányt is.

A vizsgált talajokban a szilárdfázis összes, kristályos SiO_2 tartalma és az „amorf” kovasav, valamint a telítési kivonatokban az összes, oldott és kolloidális kovasav tartalom maximuma a szologyos A szintekben van, ami megerősíti GEDROIC és mások elméletét a szologyosodásról.

A kovasav a szilárd fázisból elsősorban az ún. amorf kovasavból és a finomdiszperz kvarekból, de feltehetően az agyagásványokból is kioldódik. A kovasav az oldatban mind oldott, mind pedig kolloidális formában jelen van és valószínűleg állandó kölcsönhatás van közöttük. A szakirodalmi adatok alapján a földfelszíni körülmények között, így a talajban is, számolni kell a kovasav kiválásával az oldatból az adszorpció mellett az ásványok (pl. amorf $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$, alumíniumszilikátok, agyagásványok és kvarc) képződésével is.

Irodalom

- [1] AHTÜRCEV, B. I., KADER, T. M. & JARILOVA, E. A.: Himiko-mineralogiceszkij szosztav predkolloidnoj i kolloidnoj frakcii ozsolodélüh poesv Okszkodonszkij nizmennoszti. Poesvovedenie. (3) 92—103. 1970.
- [2] BAR-ON, P. & SHAINBERG, I.: Hidrolysis and decomposition of Na-montmorillonite in distilled water. Soil Sci. **109**. 241—246. 1970.
- [3] BARSHAD, I.: The effect of the total chemical composition and crystal structure of soil minerals on the nature of the exchangeable cations in acidified clays and in naturally occurring acid soils. 7th Int. Cong. Soil Sci. Madison. **2**. 435—444. 1960.
- [4] BAZILEVICHS, N. I.: Leszosztepnüe szolodi. Nauka. Moszkva. 1967.
- [5] BECKWITH, R. S. & REEWE, R.: Studies on soluble silica in soil I. The sorption of silicic acid by soils and minerals. Aust. J. Soil Res. **1**. 147—168. 1963.
- [6] BECKWITH, R. S. & REEWE, R.: Studies on soluble silica in soils II. The release of monosilicic acid from soils. Aust. J. Soil Res. **1**. 33—45. 1963.
- [7] CSIZSIKOVA, N. P., GRADUSZOV, B. P. & TRAVNIKOVA, L. A.: Mineralogiceszkij szosztav gliniszto materiala poesv. In: Sztruktúra, funkcionirovanie i evolucija szisztémü biogeocenezov Barabü. I. 159—183. (Ed.: KOVALEV, R. V.). Nauka. (Szib. otd.) Novoszibirszk. 1974.
- [8] GEDROIC, K. K.: Oszolodenie poesv. Novaja derevnja. Moszkva. 1926.
- [9] GEDROIC, K. K.: Izbrannüe naucsñüe trudü. Nauka. Moszkva. 1975.
- [10] GERET, L.: Mikromineralogical composition of some Hungarian soil types. Trans. 8th Int. Congr. Soil Sci. **3**. 1311—1318. 1964.
- [11] GERET, L.: Mikromineralogiceszkij szosztav nekotörüh poesvonnüh tipov Vengrii. Agrokémia és Talajtan. **13**. Suppl. 257—264. 1964.

- [12] GEREL, L.: Transformation and destruction of clay minerals in alkali soils as affected by soil forming processes. *Agrokémia és Talajtan*. **17**. Suppl. 119—124. 1968.
- [13] GORBUNOV, N. I.: Glavnejsie itogi i zadaci izucsenija glinisztüh i szoputsztvujuscsih viszokodiszpersznüh mineralov pocsv. In: *Problemü pocsvovedenija*. 207—238. Izd. AN SZSZSZR. Moskva. 1962.
- [14] HARDER, H.: The role of magnesium in the formation of smectite minerals. *Chem. Geol.* **10**. 31—41. 1972.
- [15] HARDER, H.: Illite mineral synthesis at surface temperatures. *Chem. Geol.* **14**. 241—256. 1974.
- [16] HASHIMOTO, I. & JACKSON, M. L.: Rapid dissolution of allophane and kaolinite-halloysite after dehydration. *Clays and Clay Minerals. Proc. 7th Nat. Conf. Clays and Clay Minerals*. **7**. 102—114. 1959.
- [17] HENDERSON, J. H., SYERS, I. K. & JACKSON, M. L.: Quartz dissolution as influenced by pH and the presence of disturbed surface layer. *Israel J. Chem.* **8**. 357—372. 1970.
- [18] ILER, R. K.: *Colloid chemistry of silica and silicates*. Cornell University Press. Ithaca. 1955.
- [19] *International source-book on irrigation and drainage of arid lands in relation to salinity and alkalinity*. UNESCO. Paris. 1967.
- [20] JACKSON, M. L.: *Soil chemical analysis*. Practice-Hall. Englewood Cliffs. 1958.
- [21] JARILOVA, E. A.: O krisztallizacii fitolitarij v pocsv. *Pocsvovedenie*. (6) 911—912. 1952.
- [22] KORNBLJUM, E. A. & DEMENTEVA, T. G.: Himiko-mineralogiceseszkie oszobennosztü limannüh szolodej pusztinno—sztepnovo Zavolozsja. *Pocsvovedenie*. (8) 107—122. 1976.
- [23] KORNBLJUM, E. A., DEMENTEVA, T. G. & DRONOVA, T. JA.: Allofanoidü i szudba magnijszoderzsascsih mineralov v pocsvah szoloncovogo kompleksza i szolodjah pusztinno-sztepnogo Zavolozsja. *Pocsvovedenie*. (6) 106—121. 1977.
- [24] KORNBLJUM, E. A. et al.: Izmenenija glinisztüh mineralov pri obrazovanii juzsnogo i szlitogo csernozcmov, limannoj szolodi i szolonca. *Pocsvovedenie*. (1) 67—82. 1972.
- [25] KORNBLJUM, E. A. et al.: Nekotorüe oszobennosztü processzov peredvizsenija i pereobrazovanija glinisztüh mineralov pri obrazovanii juzsnogo i szlitogo csernozcmov, limannoj szolodi i szolonca. *Pocsvovedenie*. (5) 107—115. 1972.
- [26] KOVDA, V. A.: Szoloncsaki i szoloneü. Izd. AN. SZSZSZR. Moskva. 1937.
- [27] KOVDA, V. A.: Proiszhoszdzenie i rezsim zascolennüh pocsv. Izd. AN. SZSZSZR. Moskva. 1946.
- [28] KOVDA, V. A.: Pocsvü Prikaszpijszknoj nizmennosztü. Izd. AN. SZSZSZR. Moskva. 1950.
- [29] KOVDA, V. A. & TRUBIN, V. N.: Obrazovannie verminkulitogo minerala iz komponentov gruntovoj vodü. *Pocsvovedenie*. (6) 99—109. 1977.
- [30] KOVDA, V. A. et al.: Szovremennaja, gidrogennaja akkumulacija szoedinénij kremnija v pocsvah vosztocnoj Afriki. *Pocsvovedenie*. (9) 24—34. 1978.
- [31] LABENYEC, E. M.: Himiko-mineralogiceseszkij szosztav szolodi lugovoj. Fizika, himija, biologija i mineralogija pocsv SZSZSZR. Dokl. VIII Mezsd. Kong. *Pocsvovedov* 358—365. Izd. AN. SZSZSZR. Moskva. 1964.
- [32] LAVADO P. S. & CAIRNS, R. P.: Szology talajok képzödése nagyvadagü mütrágyázás hatására. *Agrokémia és Talajtan*. **28**. 411—416. 1979.
- [33] MACKENZIE, F. T. & GEES, R.: Quartz: synthesis at earth surface conditions. *Science*. **172**. 533—535. 1971.
- [34] Magyar szabvány 448/26—64.: Ivóvízvizsgálat. Szilíciumdioxid meghatározása. 1964.
- [35] MCKEAGUE, J. A. & CLINE, M. G.: Silica in soil solution. I. The form and concentrations of dissolved silica in aqueous extracts of some soils. *Can. J. Soil Sci.* **43**. 70—82. 1963.
- [36] MCKEAGUE, J. A. & CLINE, M. G.: Silica in soil solutions. II. The adsorption of monosilicic acid by soil and other substances. *Can. J. Soil Sci.* **43**. 83—96. 1963.
- [37] NEMEZ E.: *Agyagásványok*. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1973.
- [38] OERTEL, A. C. & BLACKBURN, G.: Pedogenesis of a solodized solonetz, based on duplicate soil profiles. *Aust. J. Soil Res.* **8**. 59—70. 1970.
- [39] PAK, K. P.: Szoloncü SzSzSzR i putü povüsenija ih plodorodija. *Kolosz*. Moskva. 1975.
- [40] PANOV, N. P., GONCSAROVA, N. A. & RODIONOVA, L. P.: O roli kremnievüh szo-

- edinenij v formirovanii illjuvialnüh gorizontov szoloncov. *Izd. Timirjazevszkoj Sz/h Akad.* (1). 82—92. 1978.
- [41] PASRICHA, N. S. & PONNAMPERUMA, F. N.: Chemistry of submerged saline, alkali soils. *Il Riso*, **27**, 13—19. 1978.
- [42] PHALL, M. PC, PAGE, A. Z. & BRINGHAM, F. I.: Absorption interactions of mono-silicic acids and boric acid on hydrous oxides of iron and aluminium. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **36**, 510—514. 1972.
- [43] POPOV, T. I.: Proiszhoszenie i razvitie oszinovüh kusztoy v predelah Vorozsenszkoj gubernii. *Tr. Dokucsaevszkiego pocsvennogo Inszt. Vüp.* 2. Petrograd. 1914.
- [44] SHAINBERG, I.: Rate and mechanism of Na-montmorillonite hydrolysis in suspensions. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **37**, 689—694. 1973.
- [45] SZABOLCS I.: Tiszántúli szikes talajaink szologyosodása (degradációja). *Agrokémia és Talajtan*, **3**, 361—368. 1954.
- [46] SZABOLCS, I.: Degradation of irrigated soils in Hungary. *Trans. 7th Int. Congr. Soil Sci. Madison*, **1**, 638—644. 1960.
- [47] SZABOLCS I.: A vízrendezések és öntözések hatása a tiszántúli talajképződési folyamatokra. *Akadémiai Kiadó. Budapest*, 1961.
- [48] SZABOLCS, I. & DARAB, K.: Accumulation and dynamism of silicic acid in irrigated alkali („szik”) soils. *Acta Agron. Hung.* **8**, 213—237. 1958.
- [49] SZABOLCS I. & SZEDER A.: Újabb módszer a talaj 5%-os lúgos kivonatának elemzésére. *Agrokémia és Talajtan*, **6**, 51—54. 1957.
- [50] SZABOLCS I. et al.: Szikesedési folyamatok vizsgálata modellkísérletekben. *Agrokémia és Talajtan*, **5**, 297—304. 1956.
- [51] TYURIN, I. V.: O biologicseszkom nakoplenii kremnekiszlotü v pocsvah. *Problemü Szovetszkiego Pocsvovedenija. Moszkva*, 1937.
- [52] VÁMOS, R.: Az amorf kovasav képződése és felhalmozódása a degradált szikes talajokban. *Agrokémia és Talajtan*, **10**, 53—66. 1961.
- [53] WADA, K.: Allophane and imogolite. In: *Minerals in soil environments* 603—638. (Eds.: DIXON, J. B. & WEED, S. B.). *Soil Sci. Soc. Amer. Madison*, 1977.
- [54] WADA, K. & KUBO, H.: Precipitation of amorphous aluminosilicates from solutions containing monomeric silica and aluminium ions. *J. Soil Sci.* **26**, 100—111. 1975.
- [55] WADA, S. I., ETO, A. & WADA, K.: Synthetic allophane and imogolite. *J. Soil Sci.* **30**, 347—355. 1979.
- [56] WILDING, L. P., SMECK, N. E. & DREES, L. R.: Silica in soils: quartz, cristobalite, trydimite and opal. In: *Minerals in soil environments* 471—552. (Eds.: DIXON, J. B. & WEED, S. B.). *Soil Sci. Soc. Amer. Madison*, 1977.
- [57] YARIV, S.: Solubility of Silica in Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **38**, 693. 1974.

Érkezett: 1979. december 6.

Different Forms of Silicon Compounds and Their Distribution in Solod and Solodized Soils

I. SZABOLCS and G. SZENDREI

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

Solodization is one of those soil-forming processes, in connection with which our knowledge is inadequate even at present. In spite of the fact that the phenomenon was described by POPOV near 70 years before, the nature and exact mechanism of the process itself is not cleared even today.

The phenomenon of solod-forming is remarkable not only because of the occurrence of this type, but also because description of solod forming processes developed under the influence of human activities can be found more and more frequently in the literature. Solodization under irrigated conditions is described by SZABOLCS [46, 47], while solodization developed due to extensive fertilization is mentioned lately by LAVADO and CAIRNS [31], and more and more papers are published about discovering the phenomenon especially in the irrigated soils of the Far-East countries of Asia.

The study of solod soils as well solodization is made more difficult by the fact that these soils can be found under different ecological conditions, in different natural zones. In addition to forest steppe territories, solod soils have been described in alluvial plains, semi-deserts and even in deserts. Undoubtedly not only some morphological properties, the mineralogical composition and the biological activity of these soils, but also some characteristics of the solod forming process itself, are affected to a great extent by environmental conditions. This circumstance makes the exact description of the solodization process and the characterization of solod soils with adequate parameters more difficult.

Experiments were carried out with solodized meadow solonetz soils from two different regions of Hungary in order to pass over general regularities by local characteristics. One of the soils was sampled from the Hortobágy area, the other from the area near Dévaványa. Two soil samples from the area near Zdvinsk (Baraba-Plain, West Siberia, SU) were studied together with the above mentioned Hungarian soil samples. The West Siberian Baraba Plain is the typical place of the formation of solonetz and solod soils.

The total content of silicon oxide of the soil and clay fraction samples, the content of „amorphous silicic acid”, the total amount dissolved and colloidal silicic acid in the saturation extracts were determined. The total content of SiO_2 was determined gravimetrically after fusion with Na_2CO_3 — K_2CO_3 for the determination of the „amorphous silicic acid” the HASHIMOTO and JACKSON [16] method was used. In the saturation extracts, the determination of dissolved silicic acid and — after boiling with sodium carbonate — the total amount of silicic acid was carried out using the method of JACKSON [20]. The amount of colloidal silicic acid has been calculated as the difference between the total and dissolved silicic acid. The amount of SiO_2 extracted with 5 per cent KOH, and the $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio was determined by the method of SZABOLCS and SZEDER [49]. The distribution of quartz in the soil horizons was studied by X-ray diffraction. Both the total, crystalline and „amorphous silicic acid” in the solid phase, both the total, colloidal and dissolved silicic acid in the liquid phase, accumulate in the solodized „A” horizons, which supports the point of view of GEDROIC and others concerning the character of solodization.

The knowledge about the solubility of silicic acid, about its adsorption, desorption and polymerization in the solution and its precipitation from the solution was summarized. The results published relating to the distribution of silicon oxide minerals and that of the amorphous as well as soluble silicic acid in solod soils, were also summarized. The evaluation of our experimental results was carried out by comparing with the data mentioned above. The solubility of silicic acid and probably its adsorption on the solid phase is of greater extent in solod soils. The data in the literature also prove that amorphous aluminosilicates, clay minerals even quartz were synthesized under the condition of surface pressure and temperature, thus precipitation of silicic acid from the solution and their mineral formation have to be taken into account also in soils.

The silicic acid may dissolve from the solid phase, first of all from the „amorphous silicic acid” from the finely dispersed quartz and probably from clay minerals. It can be observed for shorter or longer period in the liquid phase and even can form a constituent of the solution. The silicon compounds can be found in soluble forms and also in finely dispersed form, in slightly mineralized and slightly alkaline natural waters. Probably a steady interaction exists between the colloidal and actually dissolved silicic acid compounds in the soil.

Table 1. Distribution of different forms of silicon oxide and silicic acid in solod and solodized soils. (1) Sign, type of the soil and sign of the genetic horizon. A) Solodized, medium meadow solonetz from Dévaványa; B) Solodized, crusted meadow solonetz from Hortobágy; C) Zdvinsk-1, solod; D) Zdvinsk-2, solod. (2) The whole SiO_2 % in the soil and in the clay fraction. (3) Dissolved in KOH of 5%. (4) SiO_2 % in the soil and in the clay fraction dissolved in 0,5 N NaOH. (5) Content of silicic acid of the saturation extract, SiO_2 mg/l: th whole, dissolved and colloid silicic acid. The 0,1% difference is within the error of the method.

Table 2. Quantity of silicic acid dissolvable from clay minerals and fine disperse quartz by treatment of 0,5 N NaOH (HASHIMOTO and JACKSON [16] method). (1) Name and origin of the mineral: A) Montmorillonit, Upton, Wyoming; B) Kaolinite, Merck; C) Illite, Füzéradvány; D) Chlorite-1, from the collection of the Hungarian Museum of Natural Science; E) Chlorite-2, from the collection of the Hungarian Museum of Natural Science; F) Chlorite-3, from the collection of the Hungarian Museum of Natural Science; G) Quartz p. a. \varnothing 0,001 mm. (2) Remark.

Die verschiedenen Formen der Si-Verbindungen und ihre Verteilung in Solodjböden und in Böden mit Solodjbildung

I. SZABOLCS und G. SZENDREI

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

Die Bildung von Solodjböden gehört zu jenen Vorgängen, deren Kenntnis auch heute noch lückenhaft geblieben ist. Trotzdem Porov diese Erscheinung vor ungefähr 70 Jahren beschrieben hat, wurde die Frage nach dem Wesen des Vorganges und sein genauer Mechanismus auch heute noch nicht geklärt.

Die Erscheinung der Solodj-bildung ist nicht nur wegen des natürlichen Vorkommens des Vorganges beachtenswert, sondern auch deshalb, weil in der Literatur die Beschreibung solcher solodjbildenden Vorgänge in stets zunehmendem Masse vorkommt, die sich infolge der Produktionstätigkeit des Menschens entwickelt haben. SZABOLCS [46, 47] schreibt über die unter Bewässerungsverhältnissen entstehende Solodjbildung, neuerdings berichten LAVADO und CARNS [32] über die sich infolge einer Mineraldüngung mit hohen Gaben entwickelnde Solodjbildung, und immer mehr Aufsätze erscheinen die diesen Vorgang besonders in den bewässerten Böden der fernöstlichen Länder Asiens erkennen.

Die Untersuchung der Solodjböden, wie auch der Solodjbildung wird auch dadurch erschwert, dass diese Böden unter verschiedenen ökologischen Bedingungen, in verschiedenen Regionen der Erde zu finden sind.

Ausser den Waldsteppegebieten sind in alluvialen Ebenen, Halbwüsten, ja sogar Wüsten Solodjböden beschrieben worden. Zweifellos beeinflussen die Umweltbedingungen im grossen Masse nicht nur die einzelnen morphologischen Eigenschaften, die mineralogische Zusammensetzung und die biologische Aktivität dieser Böden, sondern auch die einzelnen Eigentümlichkeiten des solodjbildenden Vorganges an und für sich. Dieser Umstand macht die Aufgabe noch schwieriger, den Vorgang der solodjbildung genau zu beschreiben und die Solodjböden mit entsprechenden Parametern zu charakterisieren.

Damit die örtlichen Eigenheiten die allgemeinen Gesetzmässigkeiten nicht verischen mögen, wurden die Untersuchungen auf zwei, aus verschiedenen Regionen Ungarns stammenden Solodj-Wiesensolonetzböden durchgeführt. Die eine Bodenprobe wurde auf dem Gebiet des Hortobágy, die andere in der Umgebung von Dévaványa genommen.

Zusammen mit diesen beiden Bodenproben wurden zwei, aus Westsibirien, der Umgebung von Schwinsk, aus der Baraba-Ebene stammende Solodjbodenproben untersucht. Die Solonetz- und Solodjböden treten nämlich in typischer Form in der westsibirischen Baraba-Ebene auf.

Es wurden der gesamte Siliciumdioxid- und der s. g. amorphe Kieselsäuregehalt der Bodenproben und der Tonfraktionen, und der gesamte, gelöste, sowie kolloidale Kieselsäuregehalt der Sättigungsauszüge festgestellt. Die gesamte SiO_2 -Menge wurde nach einem Aufschluss mit Natrium-Kaliumkarbonat gravimetrisch, die s. g. amorphe Kieselsäure nach der Methode von HASHIMOTO und JACKSON [16], der in den Sättigungsausügen, sowie nach Sieden in einer Natriumkarbonatlösung befindliche und der gesamte Kieselsäuregehalt nach der Methode von JACKSON [20] bestimmt. Der kolloidale Kieselsäuregehalt der Sättigungsauszüge wurde aus der Differenz der gesamten und der gelösten Kieselsäuremenge berechnet.

Der in 50%igem KOH lösbare Kieselsäuregehalt und das $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ -Verhältnis wurde nach SZABOLCS und SZEDER [49] bestimmt.

Die Quarzverteilung in den Bodenhorizonten wurde mit Röntgendiffraktion untersucht (Tab. 1.). Die in der festen Phase befindliche gesamte, kristalline und s. g. amorphe Kieselsäure, sowie die in der flüssigen Phase befindliche gesamte, kolloidale und gelöste Kieselsäure reicherte sich in den A Horizonten der Solodjböden an. Dies bestätigt die Ansicht von GEDROIC und anderen Forschern betreffs des Charakters der Solodjbildung.

Die Kenntnisse bezüglich des Lösungsvorganges der Kieselsäure, sowie über die Ad- und Desorption derselben in der Lösung, über ihre Polymerisation und über ihr Ausscheiden aus der Lösung wurden zusammengefasst. Summiert wurden auch die Resultate über die Verteilung der Siliciumdioxid-Mineralen und der amorphen, wie auch der gelösten Kieselsäure in den Solodjböden. Die Resultate wurden mit diesen Angaben verglichen gewertet.

Das in Lösung gehen der Kieselsäure geschieht in den Solodjböden in gesteigertem Masse, ebenso ist eine gesteigerte Adsorption an der festen Phase zu erwarten.

Nach der Literatur konnten amorphe Aluminosilikate, Tonminerale, ja sogar Quarz durch Ausscheidung der Kieselsäure aus Lösungen bei atmosphärischem Druck und Zimmertemperatur synthetisiert werden, deshalb ist mit der Bildung dieser Minerale auch in den Böden zu rechnen.

Die Kieselsäure kann aus der festen Phase, in erster Linie aus der s. g. amorphen Kieselsäure und aus dem feindispersen Quarz, vermutlich aber auch aus den Tonmineralien in Lösung gehen, und eine kürzere oder längere Zeit, ja sogar andauernd — in der flüssigen Phase verbleiben. In schwach mineralisierten und schwach alkalischen natürlichen Wasserarten können Kieselsäureverbindungen in gelöster Form und in feiner Verteilung aufgefunden werden. Wahrscheinlich besteht eine ständige Wechselwirkung zwischen den kolloidalen und den gelösten Kieselsäureverbindungen im Boden.

Tab. 1. Verteilung der verschiedenen Formen von Siliciumdioxid und Kieselsäure in Solodjböden und in Böden mit Solodjbildung. (1) Bezeichnung der Bodens, Bodentyp und Bezeichnung des genetischen Horizontes: A) Mittelmässiger Wiesensolonetz mit Solodjbildung aus Dévaványa; B) Verkrusteter Wiesensolonetz mit Solodjbildung aus dem Hortobágy; C) Solodjboden, Sdwinsk-1; D) Solodjboden, Sdwinsk-2. (2) Gesamte SiO_2 -Menge (in %) im Boden und in der Tonfraktion. (3) in 5%igem KOH gelöst. (4) in 0,5 N NaOH gelöste SiO_2 -Menge (in %) im Boden und in der Tonfraktion. (5) Kieselsäuregehalt des Sättigungsausguges, SiO_2 mg/l: gesamte, gelöste und kolloidale Kieselsäure. Die Differenz von 0,1% ist innerhalb des Fehlers der Methode.

Tab. 2. Menge der aus den Tonmineralien und dem feindispersen Quarz mittels Behandlung mit 0,5 N NaOH (nach НАШИМОТО und JACKSON [16]) gelöste Kieselsäure. (1) Name und Ursprung des Minerals: A) Montmorillonit, Upton, Wyoming; B) Kaolinit, Merck; C) Illit, Füzérradvány; D) Chlorit-1, aus der Sammlung des Ungarischen Naturwissenschaftlichen Museums; E) Chlorit-2, aus der Sammlung des Ungarischen Naturwissenschaftlichen Museums; F) Chlorit-3, aus der Sammlung des Ungarischen Naturwissenschaftlichen Museums; G) Quarz p. a., \varnothing 0,001 mm. (2) Bemerkungen.

Различные формы соединений кремния и их распределение в солодах и осолоделых почвах

И. САБОЛЬЧ и Г. СЕНДРЕИ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Бадапешт

Резюме

Осолодение один из тех почвообразовательных процессов, в связи с которыми наши знания и по сей день еще недостаточны. Несмотря на то, что это явление было описано Поповым почти 70 лет тому назад, до сих пор еще не выявлены сущность и точный механизм процесса осолодения.

Явление образования солоди заслуживает внимания не только из-за того, что встречается в природе, а потому также, что все чаще в литературе появляются описания процессов осолодения, возникновение которых вызвано производственной деятельностью человека. Так, о развитии осолодения в условиях орошения пишет Сабольч [46, 47] в последнее время Лавадо и Каирнс [32] описали процесс возникновения осолодения в результате внесения больших количеств минеральных удобрений, и все чаще выходят в свет работы, которые знакомят с явлениями осолодения в орошаемых почвах, особенно, в странах дальневосточной Азии.

Изучение осолодения и осолоделых почв затрудняется тем, что они встречаются в различных экологических условиях, в различных природных зонах.

Кроме лесостепной зоны осолоделые почвы можно встретить на аллювиальных равнинах, в полупустынях и даже в пустынях. Не подлежит сомнению, что условия окружающей среды влияют не только на морфологические свойства, минералогический состав и биологическую активность этих почв, но и на отдельные характерные особенности самого процесса солодобразования. Это обстоятельство также затрудняет точное описание процесса осолодения и характеристику осолоделых почв соответствующими параметрами.

Для того, чтобы местные условия не ступшевали общие закономерности, исследовали два осолоделых луговых солонца, находящихся в различных районах Венгрии. Один из них был в Хортобаде, другой в окрестностях Девавана.

Одновременно с этими почвами анализировали два образца солоды, из района Здвинска Барабинской Степи Западной Сибири. Барабинская Степь является типичным районом распространения солонцов и солодей в Западной Сибири.

В почвах и их глинистых фракциях определили общее содержание кремнекислоты, т. н. аморфной кремнекислоты, а в насыщенных вытяжках — содержание общей, растворимой и коллоидальной кремнекислоты. Общее содержание SiO_2 определили гравиметрически после спекания с карбонатами натрия и калия, содержание аморфной кремнекислоты по методу Хашимито и Джексона [16], содержание растворенной в насыщенной вытяжке и общее содержание кремнекислоты после кипячения с содой определили по методу Джексона [20]. Содержание коллоидальной кремнекислоты в насыщенных вытяжках рассчитали по разности между содержанием общей и растворимой кремнекислоты.

Содержание SiO_2 , растворимой в 5% KOH и соотношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ определили по методу Сабольч и Седер [49].

Распределение в почве кварца изучали методом рентгеновской дифракции. Результаты представлены в таблице 1. В изученных почвах накопление как общей, кристаллической и аморфной кремнекислоты твердой фазы, так и коллоидной, растворенной в жидкой фазе кремнекислоты наблюдается в осолоделом горизонте А, что подтверждает точку зрения Гедройца и других исследователей на сущность процесса осолодения.

Обобщили сведения по растворимости кремнекислоты, наличию в растворе, по десорбции и полимеризации, а также ее выпадению из раствора. Также собрали данные по распределению в солодах силикатов, аморфной и растворимой кремнекислоты. Оценку полученных нами результатов провели, сопоставляя с этими данными.

В солодах отмечается повышенная растворимость кремнекислоты, но можно ожидать и ее адсорбции твердой фазой.

Данные специальной литературы говорят о том, что и в условиях температуры и давления земной поверхности возможен синтез алюмосиликатов, глинистых минералов и даже кварца в результате осаждения из раствора кремнекислоты и с подобным образованием минералов в почве также надо считаться.

Кремнекислота может поступать в раствор из твердой фазы, в первую очередь, из т. н. аморфной кремнекислоты, мелкодисперсного кварца, возможно из глинистых минералов и на короткое или длительное время оставаться в растворе, более того, являться одной из его составных частей.

В слабо минерализованных и слабо щелочных природных водах соединения кремнекислоты встречаются как в растворенной форме, так и в виде мелко диспергированных частиц, по всей вероятности, в почве существует постоянное взаимодействие между соединениями кремнекислоты в коллоидальном и истинно растворенном состояниях.

Табл. 1. Распределение различных форм двуокиси кремния и кремневой кислоты в солодах и осолоделых почвах. (1) Обозначение почвы, тип и генетический горизонт: А) Осолоделый средний луговой солонец из Девавана; В) Осолоделый луговой солонец, Хортобадь; С) Солодь-1, Здвинск, Бараба; D) Солодь-2 Здвинск, Бараба. (2) Общее содержание SiO_2 в почве и глинистой фракции. (3) Растворимый в 0,5 н. NaOH. (4) Процентное содержание кремнезема растворимого в 0,5 н. NaOH в почве и глинистой фракции. (5) Содержание кремневой кислоты в насыщенной вытяжке мг/л.: общее содержание, растворимая и коллоидальная кремнекислота. X 0,1% расхождение лежит в пределах ошибки метода.

Табл. 2. Количество кремнекислоты растворимой из глинистых минералов и мелкодисперсного кварца при обработке 0,5 н. NaOH (по Хашимото и Джексоу [16]). (1) Название минерала и его происхождения: А) Монтмориллонит, Аптон, Вьюминг; В) Каолинит, Мерк; С) Иллит, Фюзеррадвань; D) Хлорит-1, из коллекции Венгерского Музея Естествознания; E) Хлорит-2, из коллекции Музея Естествознания; F) Хлорит-3, из коллекции Венгерского Музея Естествознания; G) Кварц, \varnothing 0,001 мм > (2) Примечание.