

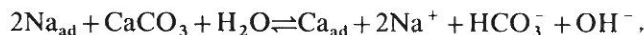
## **CaCO<sub>3</sub>-tal, valamint CaCO<sub>3</sub> + CaSO<sub>4</sub>-tal kezelt talajkivonatok ionerősségének és kémiai összetételének hatása a CaCO<sub>3</sub> oldhatóságára**

I. K. GIRDHAR és J. S. P. YADAV

Központi Szikkutatási Intézet, Karnal (India)

A szikes talajokban jelenlevő kalcium-karbonát fontos szerepet játszik e talajok tulajdonságainak kialakításában és a növények növekedésében. Több szerző egyérműen hangsúlyozza a CaCO<sub>3</sub>—CO<sub>2</sub>—H<sub>2</sub>O rendszer jelentőségét a talajban növény táplálkozás, talajkémiai, mikrobiológiai, valamint talajképződési szempontból [1, 3, 6, 7].

Ha CaCO<sub>3</sub>-tartalmú szolonyec talajokat öntöznek, a CaCO<sub>3</sub> hidrolízise következik be, melynek során a talajoldatba jutó Ca<sup>2+</sup>-ionok az adszorbeált Na<sup>+</sup>-ionok egy részét kicserélik. A lezajló kémiai reakció általános egyenlete:



ahol az „ad” jelzés az adszorbeált állapotot jelenti. A reakció jobb oldalra történő eltolódásának mértéke a talaj nedvességtartalmának növekedésével nő. Ha a talajban természetes vagy mesterséges okokból kilúgzás áll fenn, és elegendő mennyiségű CaCO<sub>3</sub> van jelen, a reakció addig tolódik el a jobb oldali irányba, a HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, OH<sup>-</sup> és Na<sup>+</sup>-ionok folyamatos eltávolításával, míg az összes adszorbeált nátriumion kicserélődik. Ezért a fenti reakciónak nagy jelentősége van a szolonyec talajok javításában. Magyarországon a szikes talajok nagy része karbonátos.

Amint az előbb említettük, a CaCO<sub>3</sub> oldódása akkor következik be, ha a talaj vízzel van egyensúlyban. Korábban kimutattuk [8], hogy nagy magnéziumtartalmú víz fontos szerepet játszik a talaj CaCO<sub>3</sub>-tartalmának oldódásában. A CaCO<sub>3</sub> oldódásának mértéke változik: a talajoldat ionerősségétől és kémiai összetételétől, egyéb talajjavító anyagok jelenlététől, a talajtípustól, a kivonat talaj:víz arányától, a szilárd és folyadékfázis közötti egyensúly beállításának idejétől stb. függően. A fenti befolyásoló tényezők hatására vonatkozó információk számszerű adatai ma még hiányosak.

A fentieket figyelembe véve előzetes rendszeres laboratóriumi vizsgálatokat végeztünk azzal a céllal, hogy értékeljük különböző, CaCO<sub>3</sub>-tal, illetve CaCO<sub>3</sub> + CaSO<sub>4</sub>-tal kezelt talajkivonatok ionerősségének és kémiai összetételének a CaCO<sub>3</sub> oldhatóságára gyakorolt hatását.

### Anyag és módszerek

A kísérletben vizsgált talajmintákat az 1. táblázatban mutatjuk be. Az összehasonlítás kedvéért egy nem szikes talajmintából is készítettünk kivonatot.

A különböző talajkivonatok részletes elemzésének adatait a 2. táblázaton tüntettük fel.

Az alkalmazott kísérleti elrendezésben csupán a különféle talajok kivonatainak elemzése alapján tanulmányoztuk a  $\text{CaCO}_3$  oldhatósági viszonyait, és nem vettük figyelembe a különböző összetételű adszorpciós komplexekből az oldatba kerülő  $\text{Ca}^{2+}$ -ionok mennyiségét.

1. táblázat  
A vizsgált talajminták

| (1)<br>Talajminta jele | (2)<br>Mintavétel helye | (3)<br>Talajtípus    | (4)<br>Genetikai szint | (5)<br>Mintavétel mélysége, cm |
|------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------|
| I.                     | Debrecen                | a) csernozjom        | A                      | 0–10                           |
| II.                    | Apaj 3.                 | b) szódás            | A                      | 0–4                            |
| III.                   |                         | szoloncsák-szolonyec | B <sub>1</sub>         | 14–25                          |
| IV.                    | Hortobágy 2.            | c) kérges réti       | A                      | 0–8                            |
| V.                     |                         | szolonyec            | B <sub>2</sub>         | 30–45                          |

2. táblázat

### A vizsgált talajok telítési kivonatainak kémiai tulajdonságai és összetétele

| (1)<br>Kémiai tulajdonságok                                | (2)<br>Talajminták    |                       |                      |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|  | I.                    | II.                   | III.                 | IV.                   | V.                    |
| pH   | 7,20                  | 7,15                  | 8,95                 | 6,90                  | 8,50                  |
| a) Elektromos vezetőképesség, mS                           | 0,87                  | 1,26                  | 8,45                 | 9,97                  | 10,00                 |
| b) Oldható kationok, me/l                                  |                       |                       |                      |                       |                       |
| $\text{Ca}^{2+}$   | 8,70                  | 5,15                  | 0,38                 | 0,68                  | 1,08                  |
| $\text{Mg}^{2+}$   | 2,32                  | 2,38                  | 0,29                 | 1,74                  | 1,87                  |
| $\text{Na}^+$  | 1,74                  | 4,35                  | 71,24                | 131,26                | 118,95                |
| c) Oldható anionok, me/l                                   |                       |                       |                      |                       |                       |
| d) Összes lúgosság ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ) | 5,31                  | 9,59                  | 51,56                | 6,21                  | 20,70                 |
| $\text{SO}_4^{2-}$   | 3,42                  | 2,57                  | 5,31                 | 101,21                | 78,25                 |
| $\text{Cl}^-$  | 7,56                  | 4,00                  | 15,50                | 27,60                 | 26,50                 |
| e) Ionerősség, mol/l                                       | $2,174 \cdot 10^{-2}$ | $1,907 \cdot 10^{-2}$ | $8,03 \cdot 10^{-2}$ | $1,862 \cdot 10^{-1}$ | $1,658 \cdot 10^{-1}$ |
| $\text{SO}_4^{2-} : \text{CO}_3^{2-}$                      | 0,64                  | 0,27                  | 0,10                 | 16,30                 | 3,78                  |
| $\text{SO}_4^{2-} : \text{Ca}^{2+}$                        | 0,39                  | 0,50                  | 13,97                | 148,80                | 72,45                 |
| f) Oldott $\text{Na}^+$ :oldott kétértékű kationok         | 0,16                  | 0,58                  | 106,30               | 54,20                 | 40,30                 |

Kb. 3—3 liter talajkivonatot állítottunk elő a vizsgált talajok alábbi szuszpenzióiból:

- telítési talajpép,
- 1:2 talaj: víz arányú és
- 1:5 talaj: víz arányú szuszpenzió.

A talajkivonatok részletes kémiai összetételét dolgozatunknak „A kísérleti eredmények értékelése” című fejezetében közöljük.

A kísérletben 90 kezelést végeztünk két ismétlésben. A kezelések a következők: 5 különböző talaj, 3 talaj: víz arány, 3 különböző  $\text{CaCO}_3$ -tartalom, 2 különböző  $\text{CaSO}_4$ -tartalom. A kivonatok és a kezelések jelölése a 3. táblázatban látható.

3. táblázat  
A kísérletben alkalmazott kezelések

| (1)<br>Jelölés | (2)<br>Talaj: víz<br>arány | (1)<br>Jelölés | (3)<br>A kivonat $\text{CaCO}_3$ -<br>tartalma, % | (1)<br>Jelölés | (4)<br>A kivonat $\text{CaSO}_4$ -<br>tartalma, % |
|----------------|----------------------------|----------------|---|----------------|---|
| D <sub>1</sub> | a) telítési kivonat        | C <sub>0</sub> | ∅   | G <sub>0</sub> | ∅   |
| D <sub>2</sub> | 1:2                        | C <sub>1</sub> | 0,5   | G <sub>1</sub> | 0,5   |
| D <sub>3</sub> | 1:5                        | C <sub>2</sub> | 2   |                |   |

Minden egyes talajkivonat 100 ml-ét 0,5 és 2 g  $\text{CaCO}_3$ -tal hoztuk egyensúlyba gipsszel együtt, illetve anélkül. Az egyensúly beállítását minden kezelésnél 4 órán át szobahőmérsékleten történő rázással biztosítottuk. Az egyensúly elérése után a kivonatokból a pH-értéket, az elektromos vezetőképességet, az anion- és kation-összetételt határoztuk meg standard módszerekkel [4].

### A kísérleti eredmények értékelése

*A különböző kezelések hatása a kivonatok Ca-koncentrációjának megváltozására*

A következőkben  $\Delta\text{Ca}$  a kezelt és a kezeletlen (eredeti) talajkivonat  $\text{Ca}^{2+}$ -ionkoncentrációja közötti különbséget jelenti. Amennyiben a kezelt kivonatban nagyobb a  $\text{Ca}^{2+}$ -ionkoncentráció, mint az eredetiben, ez a  $\text{CaCO}_3$  oldódására, ugyanakkor a  $\text{CaCO}_3$ -koncentráció csökkenése a  $\text{CaCO}_3$  kicsapódására utal. A 4/A. táblázatban feltüntetett adatok szerint az I. és II. minta esetében a  $\text{Ca}^{2+}$ -ionkoncentráció csökkent a  $\text{CaCO}_3$ -tal kezelt telítési kivonatban, feltehetően a pH növekedésével együttjáró kicsapódás következtében. A hígabb talajkivonatoknál a pH-növekedés gyakorlatilag a hibahatáron belül van, a  $\text{Ca}^{2+}$ -koncentráció változása szintén.

Ugyanakkor a III. és V. minták telítési kivonatai esetén a kalciumkoncentráció növekedett a  $\text{CaCO}_3$ -tal való kezelés hatására. Ez a  $\text{CaCO}_3$  oldódására utal. Ezeknél a talajoknál a  $\text{CaCO}_3$  oldhatóságának növekedését feltehetően az oldat nagyobb ionerőssége okozza, annak ellenére, hogy a talajok eredeti pH-értéke 8,9, illetve 8,5.

A IV. talajmintánál szintén szignifikáns kalciumkoncentráció-növekedés tapasztalható a kezelések hatására. Ennek oka feltehetően az eredeti kivonat nagy relatív  $\text{SO}_4^{2-}$ -koncentrációja és viszonylag alacsony pH-értéke. A  $\text{SO}_4^{2-}:\text{CO}_3^{2-}$  arány e talaj különböző kivonataiban a  $\text{CaCO}_3$ -oldódás egyik fontos tényezője (2. táblázat). AKIN és LAGERWERFF [1, 2] valamint DONER és PRATT [5] szintén beszámolnak arról, hogy a  $\text{CaCO}_3$  oldódása jelentős mértékben nő a rendszerben levő  $\text{SO}_4^{2-}$ -ionok koncentrációjának növekedésével.

Adatainkból az is következik, hogy a  $\text{CaCO}_3$  oldódásának mértéke kisebb az 1:2 és 1:5 talaj: víz arányú kivonatokban, mint a telítési kivonatban. A 4/A. és 4/B. táblázatban feltüntetett adatok szerint gipsz hozzáadása a  $\text{CaCO}_3$ -tal kezelt talajkivonatokhoz jelentős mértékben növelte a kivonatok  $\text{Ca}^{2+}$ - és  $\text{SO}_4^{2-}$ -koncentrációját a rendszerben, ez viszont még jobban elősegítette a  $\text{CaCO}_3$  oldódását. Ehhez járult hozzá a gipsszel kezelt kivonatok pH-jának csökkenése, ami azonban csak a III. minta esetében tekinthető szignifikánsnak. A Ca-koncentráció változását  $\text{C}_1\text{G}_0\text{D}_1$  és  $\text{C}_2\text{G}_0\text{D}_1$  kezelések között elhanyagolhatónak találtuk.

#### *A szulfátion-koncentráció és az összes lúgosság változása az egyes kezelések során*

Az eredeti és a  $\text{CaCO}_3$ -tal kezelt különböző kivonatok  $\text{SO}_4^{2-}$ -koncentrációjában nem találtunk különbséget. Ugyanakkor az eredeti és a  $\text{CaCO}_3 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -val kezelt kivonatok  $\text{SO}_4^{2-}$ -koncentrációja jelentősen megváltozott, talajonként eltérő mértékben (4/B. táblázat).

A  $\text{SO}_4^{2-}$ -ionok koncentrációja az I., II. és III. minták telítési kivonataiban  $\text{CaCO}_3 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -val történő kezelésekre hatására jelentősen megnövekedett, a IV. és V. mintákban viszont alig változott.

A fenti adatokból következik, hogy az I., II., és III. talajminták kivonataiban a szulfátionkoncentráció jelentős növekedése a gipsz nagyobb mértékű oldódására utal, míg a IV. és V. talajminták kivonataiban gipszoldódás nem következett be. Ennek az oka az, hogy az utóbbi két talajkivonat anion-összetételében szulfátok uralkodnak. A szulfáttartalom-változások a vizsgált különböző talajrendszerekben fontos szerepet játszanak a  $\text{CaCO}_3$  oldódásában.

A 4/C. táblázat adatai szerint, az I. és II. minták esetében a  $\text{C}_0\text{G}_0\text{D}_1$ ,  $\text{C}_1\text{G}_0\text{D}_1$  és  $\text{C}_2\text{G}_0\text{D}_1$  kezelések hatására a kivonatok összes lúgosság értékeiben szignifikáns változás nem mutatkozott. Ha ezeket a kivonatokot  $\text{CaCO}_3 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -val kezeltük, a nagyobbik gipszadag alkalmazása esetén a fenti értékek kisebb-nagyobb mértékben csökkentek a I., II. és III. mintáknál. Az összes lúgosság értékeknek a fenti körülmények közötti csökkenése főleg a gipsz oldódásával együtt járó savanyú hidrolízis következménye. A különböző talaj: víz arányú, gipsszel kezelt kivonatokban az összes lúgosság értékek csökkenését tekintve megállapíthatjuk, hogy ez csak a telítési kivonatokban, és ott is csak a II. és III. talajminta esetében szignifikáns, míg ezen talajok 1:2 és 1:5 vizes kivonataiban már az analitikai meghatározás hibáján belül van.

A 2. és 4. táblázat adataiból következő egyik fontos megállapítás az, hogy a  $\text{CaCO}_3$  oldódása ( $\Delta\text{Ca}$ ) nőtt a talajkivonatban levő  $\text{Na}^+$ : oldható kétértékű kation arány növekedésével. Az oldatban levő  $\text{Na}^+$ : kétértékű kation arány az I., II., III., IV. és V. sorrendét véve: 0,16, 0,58, 106,3, 54,2, illetve 40,3. Az utóbbi három oldatban

mutatkozó nagyobb arányok szintén szerepelnek az okok között, amelyek lehetővé teszik a  $\text{CaCO}_3$  és a  $\text{CaSO}_4$  nagyobb mértékű oldódását a rendszerben.

A  $\text{SO}_4^{2-}:\text{CO}_3^{2-}$  és a  $\text{SO}_4^{2-}:\text{Ca}^{2+}$  arány a talajoldatban szintén jelentősen befolyásolja a  $\text{CaCO}_3$  oldódását a különböző kezelésekben. Úgy találtuk, hogy a  $\text{CaCO}_3$  oldódása nőtt a  $\text{SO}_4^{2-}:\text{CO}_3^{2-}$  és  $\text{SO}_4^{2-}:\text{Ca}^{2+}$  arány növekedésével is. A  $\text{CaCO}_3$  oldódásának növekedése ( $\Delta\text{Ca}$ ), melyet a  $\text{SO}_4^{2-}$ -ionok túlsúlya okozott, inkább a  $\text{SO}_4^{2-}:\text{CO}_3^{2-}$  aránnyal, mint a  $\text{SO}_4^{2-}:\text{Ca}^{2+}$  aránnyal függött össze.

4. táblázat

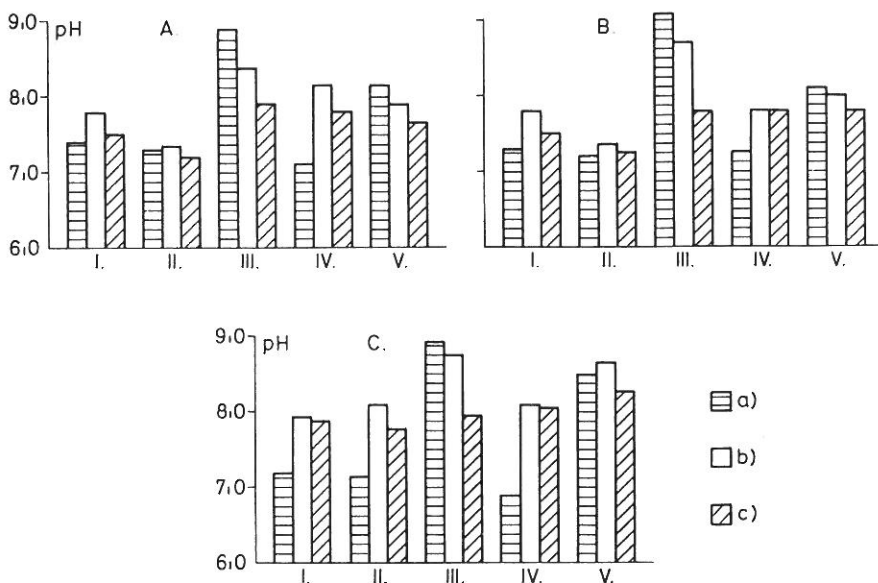
Különböző kezelések hatása a talajkivonatok (A)  $\text{Ca}^{2+}$ - és (B)  $\text{SO}_4^{2-}$ -koncentrációjának, valamint (C) összes lúgosság értékeinek változására (me/l)

| (1)<br>Kezelés                      | (2)<br>Talajminták |       |       |        |       |
|-------------------------------------|--------------------|-------|-------|--------|-------|
|                                     | I.                 | II.   | III.  | IV.    | V.    |
| <b>A.</b>                           |                    |       |       |        |       |
| a) $\text{C}_0\text{G}_0\text{D}_1$ | 8,70               | 5,15  | 0,38  | 0,68   | 1,08  |
| $\text{D}_2$                        | 7,10               | 1,93  | 0,34  | 0,28   | 0,45  |
| $\text{D}_3$                        | 2,26               | 1,70  | 0,21  | 1,52   | 0,26  |
| b) $\text{C}_1\text{G}_0\text{D}_1$ | 7,00               | 4,23  | 1,22  | 1,39   | 2,37  |
| $\text{D}_2$                        | 7,30               | 2,14  | 0,34  | 1,00   | 0,57  |
| $\text{D}_3$                        | 2,62               | 1,95  | 0,22  | 3,64   | 0,72  |
| $\text{C}_2\text{G}_0\text{D}_1$    | 7,45               | 4,45  | 0,96  | 2,25   | 1,92  |
| $\text{D}_2$                        | 7,38               | 1,98  | 0,26  | 1,10   | 0,66  |
| $\text{D}_3$                        | 3,15               | 1,73  | 0,17  | 1,51   | 0,77  |
| $\text{C}_1\text{G}_1\text{D}_1$    | 27,63              | 26,00 | 8,00  | 21,38  | 27,20 |
| $\text{D}_2$                        | 24,72              | 27,05 | 27,40 | 25,18  | 21,40 |
| $\text{D}_3$                        | 31,05              | 27,69 | 26,54 | 28,61  | 26,40 |
| $\text{C}_2\text{G}_1\text{D}_1$    | 26,88              | 31,70 | 13,80 | 21,00  | 23,00 |
| $\text{D}_2$                        | 32,27              | 27,37 | 27,80 | 26,40  | 23,59 |
| $\text{D}_3$                        | 31,66              | 27,69 | 26,73 | 28,61  | 30,32 |
| <b>B.</b>                           |                    |       |       |        |       |
| a) $\text{C}_0\text{G}_0\text{D}_1$ | 3,42               | 2,57  | 5,31  | 101,21 | 78,25 |
| $\text{D}_2$                        | 3,40               | 0,55  | 4,35  | 35,76  | 16,30 |
| $\text{D}_3$                        | 1,32               | 0,45  | 1,78  | 15,89  | 6,37  |
| b) $\text{C}_1\text{G}_0\text{D}_1$ | 3,42               | 2,65  | 5,47  | 102,35 | 76,42 |
| $\text{D}_2$                        | 3,00               | 0,53  | 4,45  | 35,75  | 15,65 |
| $\text{D}_3$                        | 1,28               | 0,40  | 1,69  | 15,89  | 6,28  |
| $\text{C}_2\text{G}_0\text{D}_1$    | 3,45               | 2,65  | 5,31  | 101,76 | 78,55 |
| $\text{D}_2$                        | 3,20               | 0,58  | 4,45  | 35,76  | 15,10 |
| $\text{D}_3$                        | 1,50               | 0,55  | 1,78  | 16,12  | 6,21  |
| $\text{C}_1\text{G}_1\text{D}_1$    | 32,51              | 28,10 | 34,16 | 101,20 | 79,25 |
| $\text{D}_2$                        | 26,20              | 26,70 | 32,32 | 62,15  | 39,12 |
| $\text{D}_3$                        | 28,20              | 27,30 | 32,22 | 42,81  | 32,25 |
| $\text{C}_2\text{G}_1\text{D}_1$    | 32,65              | 28,10 | 33,22 | 101,60 | 78,45 |
| $\text{D}_2$                        | 29,20              | 26,17 | 31,45 | 63,35  | 40,56 |
| $\text{D}_3$                        | 31,20              | 27,30 | 30,96 | 41,30  | 32,93 |

4. táblázat folytatása

| (1)<br>Kezelés                                  | (2)<br>Talajminták |      |       |      |       |
|---|--------------------|------|-------|------|-------|
|   | I.                 | II.  | III.  | IV.  | V.    |
| <b>C.</b>                                       |                    |      |       |      |       |
| a) C <sub>0</sub> G <sub>0</sub> D <sub>1</sub> | 5,31               | 9,59 | 51,56 | 6,21 | 20,70 |
| D <sub>2</sub>                                  | 2,70               | 3,55 | 16,04 | 7,86 | 10,04 |
| D <sub>3</sub>                                  | 1,76               | 2,73 | 8,51  | 6,23 | 5,48  |
| b) C <sub>1</sub> G <sub>0</sub> D <sub>1</sub> | 6,62               | 7,65 | 49,65 | 8,07 | 20,47 |
| D <sub>2</sub>                                  | 2,74               | 3,41 | 15,05 | 7,22 | 11,07 |
| D <sub>3</sub>                                  | 2,59               | 2,80 | 7,86  | 6,05 | 6,64  |
| C <sub>2</sub> G <sub>0</sub> D <sub>1</sub>    | 5,38               | 8,50 | 49,15 | 6,62 | 22,24 |
| D <sub>2</sub>                                  | 2,85               | 2,30 | 14,87 | 9,05 | 9,83  |
| D <sub>3</sub>                                  | 3,31               | 2,85 | 8,69  | 5,90 | 5,93  |
| C <sub>1</sub> G <sub>1</sub> D <sub>1</sub>    | 5,48               | 5,07 | 17,59 | 7,86 | 21,93 |
| D <sub>2</sub>                                  | 2,79               | 3,72 | 8,28  | 7,97 | 9,31  |
| D <sub>3</sub>                                  | 2,17               | 2,69 | 5,28  | 6,10 | 5,07  |
| C <sub>2</sub> G <sub>1</sub> D <sub>1</sub>    | 4,55               | 5,59 | 23,80 | 7,48 | 19,93 |
| D <sub>2</sub>                                  | 1,86               | 3,10 | 8,48  | 6,16 | 9,59  |
| D <sub>3</sub>                                  | 1,40               | 2,53 | 6,00  | 4,97 | 4,92  |

a) eredeti kivonat; b) kezelt kivonat



1. ábra

CaCO<sub>3</sub>-tal, illetve CaCO<sub>3</sub> + CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O-val egyensúlyban levő különböző talajkivonatok pH-értékének változásai. A. 1:5 arányú vizes kivonat. B. 1:2 arányú vizes kivonat. C. Telítési talajkivonat. a) eredeti talajkivonat; b) CaCO<sub>3</sub>-tal kezelt kivonat; c) CaCO<sub>3</sub> + CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O-val kezelt kivonat. I—V.: lásd 1. táblázat



*A CaCO<sub>3</sub>-tal és CaCO<sub>3</sub> + CaSO<sub>4</sub>-tal kezelt különböző talajkivonatok pH-változásai*

Az 1. ábrán feltüntetett adatok azt mutatják, hogy az I. és II. talajminták esetében a pH nagyobb volt a CaCO<sub>3</sub>-tal telített kivonatban, mint az eredetiben, míg a III. és V. mintákban a pH-értékek változása ellentétes irányú. A IV. talajminta telítési kivonatának pH-értéke nőtt a CaCO<sub>3</sub>-os kezelés hatására. Ezt a CaCO<sub>3</sub>-nak az eredetileg semleges kémhatású kivonatban bekövetkezett nagyobb mértékű oldódása és a rendszerben nagyobb mennyiségű szulfácion jelenléte okozza.

Azt is megfigyeltük, hogy az eredeti és a CaCO<sub>3</sub> + CaSO<sub>4</sub>-tal kezelt kivonatok pH-értéke közötti különbség nagyobb volt, mint az eredeti és a CaCO<sub>3</sub>-tal kezelt kivonatok között a III. és V. talajminták esetén. A IV. mintában a CaCO<sub>3</sub> + CaSO<sub>4</sub> kezelés hatására gyakorlatilag elhanyagolható pH-értékváltozás mutatkozott. Ennek oka pedig az, hogy gyakorlatilag gipsz nem oldódott az eredetileg feleslegben levő szulfátsók jelenléte miatt.

Általában a kezelésekre hatására a telítési kivonatok pH-értéke nagyobb mértékben változott, mint az 1:2 és 1:5 vizes kivonatoké.

Az eredmények kritikai értékelése alapján megállapítható, hogy azokban a talajokban, melyekben karbonát- és hidrokarbonát-típusú sók az uralkodók és a pH nagy, nem következik be a CaCO<sub>3</sub> jelentősebb mértékű oldódása, míg azokban a talajokban, ahol nagy a SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>:CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> és SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>:Ca<sup>2+</sup> arány, jelentősen növekedik a CaCO<sub>3</sub> oldódása, mely tovább befolyásolja a talajoldat kation- és anion-összetételét, valamint pH-ját. A talajkivonat ionerősségének növekedésével nőtt a CaCO<sub>3</sub> oldhatósága. A CaCO<sub>3</sub> oldódása az oldott Na<sup>+</sup>:oldott kétértékű kation arány növekedésével nőtt. Vizsgálataink szerint a CaSO<sub>4</sub> és CaCO<sub>3</sub> együttes adagolása tovább növelte a CaCO<sub>3</sub> oldódását a különböző talajok kivonataiban.

Az első szerző köszönetét fejezi ki az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete vezetőségének és a Talajtani Osztály munkatársainak, a magyarországi tanulmányútja során végzett kísérleti munkájában nyújtott sokoldalú segítségért.

## Összefoglalás

Laboratóriumi kísérleteket végeztünk annak megállapítására, hogy különböző sótartalmú és kémiai összetételű, valamint eltérő pH-értékű magyarországi talajminták kivonatainak ionerőssége és kémiai összetétele hogyan befolyásolja a CaCO<sub>3</sub> oldhatóságát gipsz jelenlétében, illetve anélkül.

A vizsgálat adatai azt mutatják, hogy a kezelt kivonatok Ca<sup>2+</sup>-koncentrációjának az eredeti kivonat Ca<sup>2+</sup>-koncentrációjához viszonyított változása ( $\Delta Ca$ ) az I. és II. mintáknál negatív, míg a III., IV. és V. mintáknál pozitív volt. A Ca-tartalom ezen növekedését (a CaCO<sub>3</sub> jobb oldódását) az utóbbi talajokban a folyadékfázis nagyobb ionerőssége és a nagyobb SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>:CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> arány okozta. A CaCO<sub>3</sub> oldhatóságát CaSO<sub>4</sub>-nek a vizsgált rendszerhez történő adagolása tovább növelte. Az ionerősség és a kémiai összetétel az 1:2 és 1:5 arányú vizes kivonatok esetében kevésbé befolyásolta a CaCO<sub>3</sub> és a CaSO<sub>4</sub> oldhatóságát, mint a telítési kivonatoknál.

A különböző módon kezelt talajkivonatokban mért SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-ionkoncentráció és összes lúgosság változások az I., II. és III. minták kivonataiban a CaSO<sub>4</sub> nagyobb

mértékű oldódására utalnak, ugyanakkor gyakorlatilag nem oldódott a  $\text{CaSO}_4$  a IV. és V. mintákban, elsősorban azért, mert ezen talajok eredeti, kezeletlen kivonataiban szulfátsók uralkodnak.

A  $\text{CaCO}_3$  oldhatósága nőtt a kivonatokban mért  $\text{SO}_4^{2-} : \text{CO}_3^{2-}$  és  $\text{SO}_4^{2-} : \text{Ca}^{2+}$  arány növekedésével.

Az oldott  $\text{Na}^+$ :oldott kétértékű kation arány növekedése szintén növelte a  $\text{CaCO}_3$  oldhatóságát. Az I., II. és IV. mintákban a pH nagyobb volt a  $\text{CaCO}_3$ -tal kezelt kivonatokban, mint az eredetiekben, viszont a II. és V. talajminták esetében a pH-változás ellenkező irányú volt.

### Irodalom

- [1] AKIN, G. W. & LAGERWERFF, J. V.: Calcium carbonate equilibria in aqueous solutions open to the air. I. Solubility of calcite in relation to ionic strength. *Geochim. & Cosmochim. Acta.* **29.** 343—352. 1965.
- [2] AKIN, G. W. & LAGERWERFF, J. V.: Calcium carbonate equilibrium in aqueous solutions open to the air. II. Enhanced solubility of  $\text{CaCO}_3$  in the presence of  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{SO}_4^{2-}$ . *Geochim. & Cosmochim. Acta.* **29.** 353—360. 1965.
- [3] DARAB, K. & RÉDLY, M.: Chemical and physico-chemical aspects of soil salinization and alkalization processes. In: *Modelling of soil salinization and alkalization*. (Eds: KOVDA, V. A. & SZABOLCS, I.): *Agrokémia és Talajtan* **28.** Suppl. 83—120. 1979.
- [4] *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.* (Ed.: RICHARDS, L. A.) USDA Handbook No. 60. Washington D. C. USDA. 1954.
- [5] DONER, H. E. & PRATT, P. F.: Solubility of calcium carbonate precipitated in aqueous solution of magnesium and sulphate salts. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **30.** 690—693. 1969.
- [6] GIRDHAR, I. K. & YADAV, J. S. P.: Effects of different magnesium:calcium ratio and sodium adsorption ratio values of leaching water on the properties of calcareous versus non-calcareous soils. *Soil Sci.* **131.** 194—198. 1981.
- [7] MONDAL, R. C. & BHUMBLA, D. R.: Release of divalent cations from Kankar into chloride solution. *Indian Journ. Agric. Sci.* **42.** 1091—1094. 1972.
- [8] YADAV, J. S. P. & GIRDHAR, I. K.: Effect of different Mg/Ca ratio and electrolyte concentration in irrigation water on the nutrient content of wheat crop. *Plant and Soil.* **65.** 63—71. 1982.

*Érkezett: 1982. november 1.*



## Effect of Ionic Strength and Chemical Composition of Different Soil Extracts on the Solubility of $\text{CaCO}_3$ with and without Gypsum

I. K. GIRDHAR and J. S. P. YADAV

Central Soil Salinity Research Institute, Karnal (India)

### Summary

A laboratory experiment was conducted to study the effect of ionic strength and chemical composition of extracts of different soils of varying soluble salts, chemical composition and pH value on the solubility of  $\text{CaCO}_3$  in the presence and absence of gypsum. The soil samples (Table 1) were collected in Hungary.

The obtained data reveal that  $\Delta\text{Ca}$  (the difference between the Ca concentrations of the initial and treated soil extracts) was negative in the case of samples I and II, whereas in the case of samples III, IV and V its value was positive. This increase in Ca content (increased solubility of  $\text{CaCO}_3$ ) was mainly due to the greater ionic strength and the higher  $\text{SO}_4^{2-}/\text{CO}_3^{2-}$  ratio of the liquid phase in the latter soil samples. The degree of dissolution of  $\text{CaCO}_3$  was further increased with the addition of gypsum in this system. The effect of the ionic strength and chemical composition of the 1 : 2 and 1 : 5 soil: water extracts on the solubility of  $\text{CaCO}_3$  and gypsum was lower than in the case of saturated soil extracts.

The data regarding the changes in  $\text{SO}_4^{2-}$  ion concentration and total alkalinity under different treatments indicate the greater solubility of gypsum in the extracts of samples I, II and III, but practically no solubility in IV and V was observed mainly because in these soils  $\text{SO}_4^{2-}$  salts dominated initially. The solubility of  $\text{CaCO}_3$  was increased with increase in  $\text{SO}_4^{2-} : \text{CO}_3^{2-}$  and  $\text{SO}_4^{2-} : \text{Ca}^{2+}$  ratios in the soil extracts. An increase in the ratio of soluble Na: soluble divalent cations also increased the solubility of  $\text{CaCO}_3$ . In the case of samples I, II and IV pH was higher in  $\text{CaCO}_3$  treated soil extracts than the pH of the original soil extract, but in the case of samples III and V the trend of pH was reverse.

*Table 1.* Soil samples used in the experiment. (1) Sign of the sample. (2) Sampling site. (3) Soil type. a) chernozem; b) soda solonchak-solonetz; c) crusty meadow solonetz. (4) Genetic horizon. (5) Sampling depth, cm.

*Table 2.* Chemical properties of saturation extracts of the soil samples. (1) Chemical properties. a) EC, mS; b) soluble cations, me/l; c) soluble anions, me/l; d) total alkalinity; e) ionic strength, mole/l; f) soluble  $\text{Na}^+$ : soluble divalent cations. (2) Soil samples. For I—V see Table 1.

*Table 3.* Treatments used in the experiment. (1) Sign. (2) Soil: water ratio. a) saturation extract. (3)  $\text{CaCO}_3$  content of the extract, per cent. (4)  $\text{CaSO}_4$  content of the extract, per cent.

*Table 4.* Changes in  $\text{Ca}^{2+}$  concentration, in  $\text{SO}_4^{2-}$  concentration and in total alkalinity under different treatments. (1) Treatment. a) original extract; b) treated extract. (2) Soil samples. For I—V see Table 1. A.  $\text{Ca}^{2+}$  concentration, me/l. B.  $\text{SO}_4^{2-}$  concentration, me/l. C. Total alkalinity, me/l.

*Fig. 1.* Changes in the pH of different soil extracts after equilibration with  $\text{CaCO}_3$ , with and without gypsum. A. 1 : 5 soil: water extract. B. 1 : 2 soil: water extract. C. Saturation extract. a) original soil extract; b)  $\text{CaCO}_3$  treated extract; c)  $\text{CaCO}_3 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  treated extract. For soil samples I—V see Table 1.

## Einfluss der Ionenstärke und der chemischen Zusammensetzung von mit $\text{CaCO}_3$ , bzw. mit $\text{CaCO}_3 + \text{CaSO}_4$ behandelten Bodenauszügen auf die Löslichkeit von $\text{CaCO}_3$

I. K. GIRDHAR und J. S. P. YADAV

Zentrales Forschungsinstitut für Alkali-(Szik-)böden, Karnal, (Indien)

### Zusammenfassung

Es wurden Laboratoriumsversuche durchgeführt um fest zu stellen, inwieweit die Ionenstärke und die chemische Zusammensetzung der Bodenauszüge ungarischer Bodenproben von verschiedenem Salzgehalt, verschiedener Zusammensetzung und mit abweichenden pH-Werten die Löslichkeit von  $\text{CaCO}_3$  bei Anwesenheit von Gips und ohne denselben beeinflussen.

Die Ergebnisse zeigten, dass die  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentration der behandelten Auszüge verglichen mit derselben der unbehandelten Auszüge ( $\Delta\text{Ca}$ ) bei den Proben I. und II. negativ, bei den Proben III., IV. und V. hingegen positiv war. Die Zunahme des Ca-Gehaltes (die bessere Löslichkeit des  $\text{CaCO}_3$ ) wurde in letzteren Bodenproben durch die höhere Ionenstärke der Flüssigkeitsphase und durch das grössere Verhältnis von  $\text{SO}_4^{2-} : \text{CO}_3^{2-}$  verursacht. Die Löslichkeit des  $\text{CaCO}_3$  wurde durch weitere Zugabe von  $\text{CaSO}_4$  zum untersuchten System gesteigert. Die Ionenstärke und die chemische Zusammensetzung haben im Falle von wässrigen Auszügen mit einem Verhältnis 1 : 2 und 1 : 5 die Löslichkeit des  $\text{CaCO}_3$  und des  $\text{CaSO}_4$  weniger beeinflusst, als bei den Sättigungsauszügen.

Die Veränderungen der  $\text{SO}_4^{2-}$ -Konzentration, sowie des gesamten Basengehaltes der auf verschiedene Weise behandelten Bodenauszüge weisen auf eine bessere Löslichkeit von  $\text{CaSO}_4$  in den Auszügen der Proben I., II. und III. hin. Zugleich hat sich das  $\text{CaSO}_4$  in den Proben IV. und V. deshalb praktisch nicht gelöst, weil in den unbehandelten Auszügen dieser Böden Sulfatsalze vorherrschend waren.

Die Löslichkeit des  $\text{CaCO}_3$  hat mit den in den Auszügen bestimmten, ansteigenden Proportionen von  $\text{SO}_4^{2-} : \text{CO}_3^{2-}$  und  $\text{SO}_4^{2-} : \text{Ca}^{2+}$  zugenommen.

Die Zunahme des Verhältnisses von gelöstem  $\text{Na}^+$  zu der Menge der gelösten zweiwertigen Kationen hat die Löslichkeit des  $\text{CaCO}_3$  ebenfalls gefördert. In den Proben I., II. und IV. war der pH-Wert grösser in den mit  $\text{CaCO}_3$  behandelten Auszügen, als in den unbehandelten, bei den Proben II. und V. hingegen war die pH-Änderung von entgegengesetzter Richtung.

*Tab. 1.* Kennwerte der untersuchten Bodenproben. (1) Bezeichnung der Bodenprobe. (2) Ort der Probenahme. (3) Bodentyp. a) Tschernozem; b) sodahaltiger Solontschak-Solonetz; c) verkrusteter Wiesensolonetz. (4) Genetischer Horizont. (5) Tiefe der Probenahme, cm.

*Tab. 2.* Chemische Eigenschaften und Zusammensetzung der Sättigungsauszüge der untersuchten Böden. (1) Chemische Eigenschaften. a) elektrische Leitfähigkeit, mS; b) lösliche Kationen, mval/l; c) lösliche Anionen, mval/l; d) gesamter Basengehalt; e) Ionenstärke, Mol/l; f) gelöstes  $\text{Na}^+$ : Menge der gelösten zweiwertigen Kationen. (2) Bodenproben I.—V.: s. Tab. 1.

*Tab. 3.* Varianten des Versuches. (1) Bezeichnung. (2) Verhältnis von Boden zu Wasser. a) Sättigungsauszug. (3)  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt des Auszuges, %. (4)  $\text{CaSO}_4$ -Gehalt des Auszuges, %.

*Tab. 4.* Einfluss der unterschiedlichen Behandlungen auf die Änderung des  $\text{Ca}^{2+}$ - und des  $\text{SO}_4^{2-}$ -Gehaltes, sowie des gesamten Basengehaltes der Bodenauszüge. (1) Behandlung. a) unbehandelter Auszug; b) behandelter Auszug. (2) Bodenproben I.—V.: s. Tab. 1. A.  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentration, mval/l. B.  $\text{SO}_4^{2-}$ -Konzentration, mval/l. C. Wert des gesamten Basengehaltes, mval/l.

**Влияние ионной силы и химического состава почвенных растворов, обработанных  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{CaSO}_4$  на растворимость  $\text{CaCO}_3$**

И. К. ГИРДХАР и Е. С. П. ЯДАВ

Центральный институт засоленных почв, Карнал (Индия)

**Резюме**

Провели лабораторные опыты для выяснения вопроса, как влияют ионная сила и химический состав вытяжек из венгерских почв различного химизма, с различным содержанием солей и различными рН на растворимость  $\text{CaCO}_3$  в присутствии гипса и без него.

Результаты исследований показали, что в I. и II. почвенных образцах изменение отношения концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в обработанной вытяжке к концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в исходной вытяжке ( $\Delta\text{Ca}$ ) было отрицательным, в образцах III. IV. и V. — положительным. Увеличение содержания Ca в последних почвах (лучшее растворение  $\text{CaCO}_3$ ) объясняется более высокой ионной силой жидкой фазы и более значительным соотношением  $\text{SO}_4^{2-}:\text{CO}_3^{2-}$ . Растворимость  $\text{CaCO}_3$  увеличилась по мере добавления к изученной системе гипса. Ионная сила и химический состав водных вытяжек при соотношении почвы и воды 1:2 и 1:5 оказали меньшее влияние на растворимость  $\text{CaCO}_3$  и гипса, по сравнению с насыщенными вытяжками.

Изменение концентрации ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и общей щелочности в различно обработанных почвенных вытяжках указывает на более высокую растворимость гипса в образцах I., II и III., в то время как в образцах IV. и V. гипс практически не растворялся, в первую очередь, по причине преобладания сульфатов в исходных вытяжках из этих почв.

Растворимость  $\text{CaCO}_3$  возрастала по мере увеличения соотношений  $\text{SO}_4^{2-}:\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{SO}_4^{2-}:\text{Ca}^{2+}$  в вытяжках.

Растворимость  $\text{CaCO}_3$  увеличилась и под влиянием увеличения соотношений растворенный  $\text{Na}^+:\text{растворенные двухвалентные катионы}$ . В образцах I., II. и IV. величины рН, по сравнению с исходными вытяжками, были выше в вытяжках обработанных  $\text{CaCO}_3$ , а в образцах II. и V. изменение рН шло в обратном направлении.

*Табл. 1.* Изученные почвенные образцы. (1) Обозначение образца. (2) Место взятия образца. (3) Тип почвы: а) чернозем, б) содовый солончак-солонец. с) корковый луговой солонец. (4) Генетический горизонт. (5) Глубина взятия образцов, см.

*Табл. 2.* Химические свойства и состав насыщенных вытяжек. (1) Химические свойства. а) электропроводность, мхос. б) растворимые катионы, мг. экв/л. с) растворимые анионы, мг. экв/л. d) общая щелочность. е) ионная сила, моль/л. f) растворенный  $\text{Na}^+:\text{растворенные двухвалентные катионы}$ . (2) Образцы почв. I—V. смотри в таблице 1.

*Табл. 3.* Варианты опыта. (1) Обозначение. (2) Соотношение почва: вода. а) насыщенная вытяжка. (3) Содержание  $\text{CaCO}_3$  в вытяжке, %. (4) Содержание гипса в вытяжке, %.

*Табл. 4.* Влияние различных обработок на концентрацию  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  в почвенных вытяжках, а также на изменение величин общей щелочности. (1) Обработка. а) исходная вытяжка. б) обработанная вытяжка. (2) Образцы почв. от I. до V. смотри в таблице 1. А. Концентрация  $\text{Ca}^{2+}$ , мг. экв/л. В. Концентрация  $\text{SO}_4^{2-}$  мг. экв/л. С. Общая щелочность, мг. экв/л.

*Рис. 1.* Изменение величин рН в различных почвенных вытяжках, находящихся в равновесии с  $\text{CaCO}_3$  или  $\text{CaCO}_3 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . А. Водная вытяжка 1:5. В. Водная вытяжка 1:2. С. Насыщенная вытяжка. а) исходная вытяжка. б) вытяжка обработанная  $\text{CaCO}_3$ . с) вытяжка обработанная  $\text{CaCO}_3 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . I—V. смотри в таблице 1.