

A magnézium ionok felhalmozódása a tiszántúli réti talajok adszorpciós komplexusában

MÁTÉ FERENC

Agrókémiai Kutató Intézet Talajtani Osztálya Budapest

A talajok kolloidális méretű részecskéinek felületén adszorbeált ionok fajtája a talajok termékenysége szempontjából igen jelentős. Az adszorbeált kationok minősége elsősorban a talajok fizikai sajátságaira, — aggregátösszetételére, víz-, és levegőgazdálkodására stb. — gyakorol igen nagy befolyást. Ismeretes, hogy milyen szélsőségesen kedvezőtlen fizikai sajátságokat idéz elő pl. a Na^+ -ionok felhalmozódása az adszorpciós komplexusban, ugyanakkor a Ca^{++} -ion egyik alapvető tényezője a tartós morzsalékos szerkezet kialakulásának. A talajképző közt kémiai sajátságai mellett, elsősorban az egyes talajképződési folyamatok, a szervesanyag felépítésének és elbontásának adott formái döntik el, hogy az adszorpciós komplexusban milyen ionok foglalnak helyet. Azokat a fiziko-kémiai folyamatokat, melyek az adszorpció, valamint az adszorbeált kationok kicserélődése során végbemennek, hazánkban 'Sigmond, külföldön pedig Gedroicz tanulmányozták elsőként alaposan. 'Sigmond felismerve az adszorbeált ionok minőségének a talajok sajátságaira, termékenységére gyakorolt nagy befolyását, általános talajrendszerében azt mint rendező elvet alkalmazta, és a genetikai talajtípusokat ennek alapján csoportosította magasabb egységekbe. Ilyen csoportosítás természetesen számos problémát vet fel, hiszen az adszorbeált állapotban levő kationok minősége és aránya csak következménye a talajképződési folyamatoknak, csak egy következmény a sok közül. A 'Sigmond-féle talajrendszerben az adszorbeált kationok szempontjából hidrogén-, kalcium-, és nátrium-talajokat találunk.

A Tiszántúlon bizonyos talajok adszorpciós komplexusában a Mg^{++} -ionok igen jelentős szerepet játszanak. A kicserélhető kationok között a Mg^{++} -ion mg-egyenértékei az S-érték 30—40—50%-át is kiteszik és igen gyakran túlhaladják a Ca^{++} -ionok mennyiségét is. A Mg^{++} -ionok felhalmozódása gyakran együttjár a Na^+ -ionok felhalmozódásával, a szikesedés folyamatával. Ezzel a jelenséggel hazánkban A r a n y [2, 3] és K r e y b i g [7] foglalkozott, azonban külföldön is leírtak sok adszorbeált Mg^{++} -ionot tartalmazó talajokat.

Ismeretes, hogy a magnézium nélkülözhetetlen növényi tápanyag és sok helyen (pl. podzol-talajok övezetében) magnézium műtrágyák alkalmazásával kell biztosítani a növények magnéziumigényének kielégítését. Ugyanakkor azonban a Mg^{++} -ionok túlságos felhalmozódása a talajok adszorpciós komplexusában azok termékenységére igen kedvezőtlen befolyást gyakorol. Erre vonatkozóan G e d r o i c z [6] végzett alapvető vizsgálatokat.

A talaj adszorpciós komplexusát különböző kationokkal telítette és megvizsgálta, hogy azokba zabot vetve milyen termést adnak. Azt találta, hogy abban a talajban, melyet Mg^{++} -ionokkal kezelt, csak elenyészően kevés termést kapott, összehasonlíthatatlanul kevesebbet, mint Ca^{++} -ionokkal kezelt talajon. K r e y b i g leírja [7] ezeknek az általa magnézium-talajoknak nevezett talajoknak a rossz növénytermelési értékét, ugyanakkor felhívja a figyelmet arra, hogy a rossz

termékenység nem a fizikai sajátságok kedvezőtlenességéből adódik. E talajok »még a legnagyobb szárazságban is könnyen, omlósan áthatók és a vizet könnyen magukba veszik, jól vezetnek, de mégis mind ezeknek a kedvező fizikai tulajdonságoknak ellenére szárazság esetében éppoly terméketlenek, mint a rossz fizikai tulajdonságú nátriumtalajok«. Itt mindjárt meg kell jegyezni, hogy tiszántúli viszonylatban az adszorbeált állapotú magnézium felhalmozódása kedvezőtlen fizikai sajátságokkal rendelkező talajokon figyelhető meg. E rossz fizikai tulajdonságokat nem írhatjuk egyszerűen a magnézium rovására, azonban a fent idézett leírás a Tiszántúlon nem általánosan jellemző. Antipov — Karataev [1] számos vizsgálati adatot közöl a Mg^{++} -ionokkal telített talajok sajátságait illetően, melyekből az derül ki, hogy az adszorbeált Mg^{++} hatása a talaj fizikai állapotára csak valamivel kedvezőtlenebb mint a Ca^{++} -ionoké. A megművelésekor mért mechanikai ellenállás, a diszperzitás foka, a kapilláris vízvezetőképesség az adszorbeált kapacitás 100%-áig Mg^{++} -ionokkal telített talajoknál olyan, mintha az 5–10%-ban Na^+ -ionokkal, 90–95%-ban Ca^{++} -ionokkal lenne telítve. A Mg^{++} -ionok hatása a talaj fizikai sajátságaira csak kevéssel kedvezőtlenebb a Ca^{++} -ionok hatásánál. de sokkal kedvezőbb, mint a Na^+ -ionok hatása.

A sok adszorbeált magnéziumot tartalmazó talajok rossz termékenységét Kreybig azzal magyarázza, hogy a növény azok nedvességtartalmát kevéssé tudja felvenni. Közel egymásmellől származó két talajminta hervadáspontját mérte, és azt találta, hogy abban, amelyben az adszorbeált magnézium mennyisége megközelítette az S-értéket közel kétszer olyan nagy volt a talaj hervadásponthoz tartozó nedvességtartalma, mint a másik mintában, amelyben nem volt megfigyelhető magnéziumfelhalmozódás.

Kudrin [1] vizsgálatai szerint e talajok kedvezőtlen agronómiai sajátságait az okozza, hogy a sok Mg^{++} -ion jelenléte következtében lecsökken a foszfátok oldhatósága, valamint megehezül a növények nitrogénellátása.

Arany [3] megemlíti még egy tényezőt, mely számításba jön a Mg^{++} -ionok hatásának megítélése szempontjából, és pedig azt, hogy a Mg^{++} -ionok oldó hatással vannak a humuszra. Antipov — Karataev — Arany megállapításával összhangban — adatokat közöl arra nézve, hogy humusz kolloidális oldatának koagulációját Mg^{++} -ionokkal nehéz elérni. A magnézium ebből a szempontból körülbelül középhelyzetet foglal el a kalcium és az alkális között. Ez a körülmény fokozott figyelmet érdemel a tiszántúli csernozjom típusú réti talajok esetén, melyeknél az esetek túlnyomó részében megfigyelhető, hogy a kicserélhető kationok között a kalcium és a magnézium aránya rendellenes, és a szokásos 1 : 0,2 — 1 : 0,3 aránytól eltérve a kicserélhető magnézium egyenértékei elérik, sőt messze túlszárnyalják a kicserélhető kalcium egyenértékeinek számát. E talajok kedvezőtlen fizikai sajátságai a talaj szervesanyagával állanak összefüggésben, mely a talaj ásványi részét nem ragasztja tartós morzsákká, hanem szerkezetnélküliséget idéz elő, a talaj kiszáradásakor kemény, áthatolhatatlan tömbökké cementálja össze a talaj anyagát. E réti talajok szervesanyagának ilyen diszpergált állapota és cementező tulajdonsága természetesen az azt létrehozó mikrobiológiai folyamatok — anaerobiozizis — jellegében gyökerezik, de szerepet kell tulajdonítanunk e jelenségnek az adszorbeált állapotban nagy mennyiségben jelenlevő Mg^{++} -ionoknak is.

Az elmondottak rávilágítanak arra, hogy a talajok termékenysége szempontjából az adszorbeált Mg^{++} -ionok jelenléte és mennyisége jelentőséggel bír, és mint látni fogjuk, fontos genetikus jellemvonása bizonyos talajoknak az adszorbeált magnézium felhalmozódása.

Mely törvényszerűségek alapján halmozódhat fel a talajokban az adszorbeált magnézium?

Az ionok adszorbcíója és dezorbcíója — a fiziko-kémiai adszorbcíóról van szó, mely a kicserélhető ionok viszonylatában folyik — egyensúlyra vezető reakció.

A talajban a fiziko-kémiai adszorbcíós folyamatokat mindig kicserélődési folyamatokként kell felfogni. A Ca^{++} - és Mg^{++} -ionok viszonylatában e kicserélődési reakciót a következőképpen írhatjuk fel.



ahol A az adszorbens talajkolloidot jelképezi.

A tömeghatás törvénye erre alkalmazva

$$K = \frac{[AMg] [Ca^{++}]}{[ACa] [Mg^{++}]} \quad \dots\dots 2$$

Ha a talajoldat főlegben tartalmazza a kérdéses kationokat megoszlási egyensúly áll be. A K_3 megoszlási állandó értéke megmérhető, ha az adszorbenst olyan oldattal hozzuk össze, melyben a $\frac{Ca^{++}}{Mg^{++}}$ koncentrációviszony értéke 1, és gondoskodunk róla, hogy e koncentrációviszony a kicserélődési folyamat során ne változzon meg. Ebben az esetben az egyensúly beállása után

$$K = \frac{AMg}{ACa} \quad \dots\dots 3$$

vagyis meg kell határozni a kicserélhető kationok mennyiségét, és az állandó értéke közvetlenül kiszámítható.

Антипов—Караев [1] vizsgálatai szerint a Ca^{++} - és Mg^{++} -ionok kicserélődési egyensúlyi állandójának értéke $K = 0,375$. Ez azt jelenti, hogy az Mg^{++} -ionok kicserélődési energiája kb. háromszor kisebb a Ca^{++} -ionokénál. Mint az 2. sz. egyenletről látható, az adszorbeált ionok mennyiségének arányát azonban nemcsak adszorbcíós energiájuk szabja meg, hanem az oldatban levő ionok koncentrációja is.

A tisztántúli csernozjomtípusú réti talajok és réti szolonyecsek adszorbcíós komplexusában a legtöbb esetben a Mg^{++} -ionok a szokottnál lényegesen nagyobb arányban vesznek részt.

1. táblázat

Karcagi szolonyeces réti talaj kicserélhető bázisértékei (Mehlich)

Minta mélysége cm	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na	T	S	T-S	M
	mg equ./100 g				S%							
0-7	14,19	10,16	1,53	0,65	53,50	38,29	5,76	2,45	42,16	26,53	15,63	41
7-40	15,86	31,58	1,67	5,23	29,30	58,11	3,07	9,62	47,19	54,34	2,85	66
40-60	16,70	43,25	1,60	11,98	22,73	58,81	2,17	16,29	67,00	73,54	—	72

$$M = \frac{Mg \text{ mg} \cdot \text{equ.}}{Ca + Mg \text{ mg} \cdot \text{equ.}} \cdot 100 \text{ Arany-féle magnézium viszonyszám}$$

Az 1. táblázat egy Karcag környékéről származó réti talaj kicserélhető bázisösszetételét tartalmazza. Mint látható, a Mg^{++} ionok mg egyenl. ékei a Ca^{++} ionok mg egyenértékeinek egyes szintekben kétszeresét is túlhaladják. Ennek meg-

1*

felelően az M érték igen nagy, 60—70 is lehet. Összehasonlításként közöljük egy ugyan-
csak Karcag környékéről származó mezőszéki talaj kicserélhető bázisait (2. tábl.).

2. táblázat
Karcagi mezőszéki talaj kicserélhető bázis értékei (Mehlich)

Minta mélysége cm	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na	T	S	T-S	M
	mg. eq., 100 g				S ₀							
0—16	41,75	10,71	1,33	0,36	77,12	19,77	2,45	0,66	67,00	54,15	12,85	20
16—34	46,76	10,71	1,00	0,36	79,50	18,20	1,69	0,61	64,49	58,83	5,66	18
34—60	53,44	22,93	2,17	0,76	67,41	28,91	2,73	0,95	49,68	79,30	—	30
60—75	36,74	24,30	1,00	1,52	57,81	38,23	1,57	2,39	52,18	63,56	—	39

Mint a 2. táblázatból látható, a mezőszéki talajokban nem találunk magnézium felhalmozódást. A 2. táblázatban az M értékek lényegesen kisebbek a réti talajban meghatározott értékeknél és a normális 20—30 érték körül mozognak, egyedül a 60—75 cm közötti rétegből vett mintában emelkedik fel 39-re.

Az Mg⁺⁺-ionok felhalmozódása a talajok adszorpciós komplexusában a réti talajképződési folyamatokkal függ szorosan össze. Azokon a helyeken, ahol a talajvíz a felszínhez közel, nem mélyebben mint 3—4 méterre helyezkedik el, közvetlen befolyást gyakorol a talajban végbemenő változásokra. Tudjuk, hogy a Tiszántúlon igen nagy területeken ennél közelebb elérjük a talajvizet, vagyis a réti talajképződési folyamatok nagy területeket érintenek. E talajvizek általában bővelkednek Mg⁺⁺-ionokban. A r a n y [4, 5] számos vízanalízist közöl az alföldi kútvizek összetételéről, s az ő adatai szerint a fúrott kutak 70%-ának, az ásott kutak 40—50%-ának vize magnézium-dús. Ha e talajvizek a felszínhez közel megtalálhatók, kézenfekvő magyarázatot adnak a nagy kicserélhető magnéziumtartalomra. Az általa megvizsgált egyik karcagi kútvíz összetételét a 3. táblázat mutatja.

3. táblázat
Karcag 488/1921 jelzésű kútvíz-minta kémiai összetétele
(Arany Sándor adatai)

Száras maradék	Izzítási maradék	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	So ₄ ⁻⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Lúgos- ság	Alkáli földfém- lúgosság	M
		mg liter										
6283,0	5843,0	152,2	168,3	1547,7	—	1328,0	1810,5	—	—	13,9	21,44	65

Mint látható, e vízminta egy Na₂SO₄-os, NaCl-os víz, igen nagy száraz maradékkal, erősen szikes. A Mg⁺⁺-ionok mennyisége felülmúlja a Ca⁺⁺-ionokét.

A magnéziumfelhalmozódás folyamatának magyarázata szempontjából igen fontos az a megfigyelés is, hogy a Tiszántúli réti típusú talajaiban (csernozjom-típusú réti talajok, szolonyeces réti talajok, réti szolonyecsek) igen sok szulfátvegyület található. Ismeretes, hogy e réti talajokban gyakran láthatunk gipszkiválásokat, kristály-fészkeket, de csak a réti talajokban találhatjuk meg ezeket. A talajvizek is gyakran erősen szulfátosak, mint pl. a 3. táblázatban bemutatott karcagi kútvíz is. A szulfátfelhalmozódás a réti talajképződési folyamat velejárája. A réti talajképződésre az anaerob mikrobiológiai folyamatok, a redukciós viszonyok előretörése jellemző. Ennek során a kén is megfelelő mikroorganizmusok tevékenységének következtében fel tud halmozódni, sajátos biológiai körforgást végez. A SO₄⁻⁻-ionok jelenléte a talajoldatban annak Ca⁺⁺-ionkoncentrációját vissza-

szorítja, megfelelően a CaSO_4 rossz oldhatóságának. Így a $\text{Ca} : \text{Mg}$ viszony — mivel a MgSO_4 vízben igen jól oldódik — a talajoldatban a Mg javára tolódik el. Ha figyelembe vesszük az 2. sz. egyenletet, láthatjuk, hogy ez maga után vonja a Mg^{++} -ionok fokozott belépését az adszorpciós komplexusba, a Ca^{++} -ionok visszaszorulását.

Ezt igazolják a 4. táblázat adatai, melyben az előbb bemutatott karcagi szolonyeces réti talaj vizes kivonatának eredményét tüntetjük fel.

4. táblázat
Karcagi szolonyeces réti talaj vizes kivonatának összetétele

Minta mélysége	Hygroszkópos-ság hy	Száras maradék %	Izzítási maradék %	Összes lúgosság HCO_3	Cl^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	Mg^{++}	$\text{K}^+ + \text{Na}^+$
0—16	5,84	0,102	0,048	0,21	0,10	2,07	0,15	0,10	2,13
16—34	5,93	0,089	0,030	0,33	0,08	1,66	0,15	0,06	1,86
34—60	4,49	0,190	0,106	0,32	0,08	2,81	0,11	0,06	3,04
60—75	5,98	0,452	0,320	0,36	0,10	3,17	0,71	0,38	2,53

Mint látható, a talaj vizes kivonatában meghatározott anionok közül a SO_4^{--} -ionok mennyisége a legnagyobb, ez kedvező feltételeket teremt a Mg^{++} -ionoknak az abszorpciós komplexusba való belépésére.

Amikor azt állítjuk, hogy az adszorbeált állapotú magnézium felhalmozódása a réti talajképződéssel függ össze, meg kell jegyezni, hogy helyenként, pl. a Dunántúlon van erre példa, a talajok magnéziumban való gazdagságát a talajképző kőzet már eleve magas magnéziumtartalma is előidézheti, a Tiszántúlon azonban ezzel nem magyarázható a magnéziumfelhalmozódás jelensége.

Összefoglalás

A Tiszántúlon, azokon a helyeken, ahol réti talajképződési folyamatok mennek végbe (csernozjomtípusú réti talajok, szolonyeces réti talajok, réti szolonyecsek), nagy területeken megfigyelhető az a jelenség, hogy az adszorpciós komplexumban a magnézium-ionok felhalmozódnak. Ez a folyamat a talajok termékenységére kedvezőtlen befolyást gyakorol, melyre különböző szerzők több magyarázatot adnak. A felhalmozódás magyarázata az, hogy a réti típusú talajok alatt a talajvizek a felszínhez közel helyezkednek el, és igen gyakran Mg^{++} -ionokban gazdagok, másrészt a réti talajképződési folyamat során a SO_4^{--} -ionok mikrobiológiai folyamatok során a talajban felhalmozódnak és jelenlétük a talajoldat Ca^{++} -ion koncentrációját visszaszorítja, így a talajoldat Mg^{++} -ionokban viszonylagosan gazdagabbá válik. Mivel a talajban lefolyó kationkicszerélődésre, a fiziko-kémiai adszorpciós folyamatokra a tömeghatás törvénye érvényes, a fenti körülmények között bekövetkezik az adszorbeált magnézium felhalmozódása. Egyes esetekben a talaj magnéziumgazdagságának a talajképző kőzet eredeti magnéziumgazdagsága az oka, a tiszántúli magnéziumban gazdag talajok esetén azonban nem ez a helyzet.

Érkezett : 1955. május 28.

Irodalom

- [1] Antipov — Karataev, I. N. : Meliorácia szoloncov v SSSR. Sz. U. Akadémiai Kiadó. Moszkva. 1953.
- [2] Arany, S. : Mezőgazd. Kut. 2. 1.1929.
- [3] Arany, S. : Mezőgazd. Kut. 4. 439.1931.

- [4] Arany, S.: *Mezőgazd. Kut.* **10**, 107.1937.
 [5] Arany, S. & Babarczy, J.: *Mezőgazd. Kut.* **10**, 89.1937.
 [6] Gedroicz, K. K.: *Soil Sci.* **32**, 51.1931.
 [7] Kreybig, L.: A magnézium-, és káliumtalajok előfordulása, tulajdonságaik és termelési értékük. Földtani Intézet Évi jelentése. 1934.

НАКОПЛЕНИЕ МАГНИЯ В ПОГЛОЩАЮЩЕМ КОМПЛЕКСЕ ЛУГОВЫХ ПОЧВ ЗАТИСАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

Ф. Матэ

Научно-Исследовательский Институт Агрохимии г. Будапешт (Венгрия)

Резюме

В Затисайской области Венгрии на тех территориях где господствует луговой почвообразовательный процесс и где грунтовые воды находятся на 3—4 метра от дневной поверхности и таким образом непосредственно влияют на почвообразование, часто в поглощающем комплексе вместе с ионом натрия наблюдается накопление иона магния. Это, по данным различных исследователей неблагоприятно сказывается на почвенное плодородие.

Автор данной статьи объясняет накопление ионов магния в вышеупомянутых почвах тем, что, во-первых грунтовые воды данной области богаты ионами магния, во-вторых наблюдается биологическое накопление сульфатных ионов в луговых почвах.

Присутствие SO_4^{--} ионов в почвенных растворах нарушает равновесие Ca^{++} и Mg^{++} ионов и в соответствии с законом действующих масс физико-химическое адсорбирование содействует вытеснению из поглощающего комплекса ионов Ca^{++} ионами Mg^{++} . Особенно это проявляется в солонцеватых черноземно-луговых почвах и луговых солонцах Затисайской области.

Таблица 1. Обменные основания в солонцевых луговых почвах в районе г. Карцаг. (по методу Мелиха).

Таблица 2. Обменные основания в черноземных почвах окрестности г. Карцаг (по методу Мелиха).

Таблица 3. Анализ грунтовой воды взятой в районе г. Карцаг.

Таблица 4. Анализ водной вытяжки солонцеватой луговой почвы из района г. Карцаг.

Accumulation of Magnesium Ions in the Adsorption Complex of Meadow Soils Beyond the River Tisza

F. MÁTÉ

Department of Soil Science, Institute of Agrochemical Research, Budapest (Hungary)

Summary

In territories beyond the river Tisza where processes of formation of meadow soils are in progress and the table of soil water is nearer to the surface than 3—4 metres (i. e. near enough to affect directly the process of soil formation), the accumulation of Mg^{++} in the adsorbing complex of soils often occurs simultaneously with that of Na^{++} ions.

The accumulation of Mg^{++} ions has a detrimental effect on soil fertility. This is explained by various authors in a different way. The accumulation of Mg^{++} ions in an exchangeable state may be due on one hand to the richness of most soils of the Hungarian Plain in Mg^{++} ions, and, on the other hand, to the biological accumulation of SO_4^{--} ions which accompanies the process of the formation of meadow soils beyond the river Tisza. The presence of SO_4^{--} ions in the soil solution shifts the ratio of Ca^{++} ions to Mg^{++} ions in favour of the latter. As the physico-chemical adsorption follows the law of mass action (see equations 2), this shift favors the removal of the Ca^{++} ions from the adsorption complex by Mg^{++} ions. The phenomenon may be observed in meadow soils of tchernozem type in the territory beyond the river Tisza, further in various degrees also in meadow soils of solonetsous type and in meadow solonets soils.

Table 1. Values of exchangeable bases (Mehlich method) in a solonetsous-type of meadow soil from Karcag

Table 2. Values of exchangeable bases (Mehlich method) in a meadow soil from Karcag

Table 3. Chemical composition of a well water from Karcag (data of Dr. Sándor Arany).

Table 4. Composition of the aqueous extract of a solonetsous-type of meadow soil from Karcag (by the Gedroits method).