

Összehasonlító vizsgálatok a talajok kationcserekapacitására

HEGYMEGI PÉTER, SIMON BARBARA és MICHÉLI ERIKA

Szent István Egyetem, Talajtani és Agrokémiai Tanszék, Gödöllő

A talajok azon jellemzője, hogy képesek ionok megkötésére, visszatartására és kicserélésére, kolloid méretű összetevőik tulajdonságaival magyarázható.

Vizsgálataink szempontjából fontos kérdés, hogy a kolloid negatív töltésű aktív helyeinek számát miként befolyásolja a talajoldat kémhatásának és koncentrációjának változása. NIKOLSZKIJ és munkatársai (1948) már a harmincas évek első felében hangsúlyozták, hogy a talajok adszorpciós kapacitásának mérését meghatározott pH-érték mellett kell végezni. A talajoldat kémhatásának és koncentrációjának változása függ a talajrészecskék anyagi minőségétől. Az agyagásványoknál az állandó töltést a rácsszerkezet központi atomjai határozzák meg, így ezen töltések száma a közeg kémhatásától független. Léteznek pH-függő, változó töltések is, elsősorban a részecskék felaprózódásakor keletkező törésfelületeken (STEFANOVITS et al., 1999). Az agyagásványok felületén, valamint rácsszerkezetükben végbemenő folyamatokkal kapcsolatban DI GLERIA (1957) adatai is alátámasztják, hogy a rácstegeken jelen lévő SiOH-gyökök és kationkötő helyek aránya összefügg a talajok adszorpciós tulajdonságával és savanyúságával. A pH-függő töltések azonban a 2:1 típusú agyagásványok állandó töltéseihez képest kisebb jelentőségűek. A változó töltések szerepe elsősorban a kovásvakra, a vas- és alumínium-hidroxid gélekre és a humuszanyagokra jellemző (ADAMS, 1984; BRADY & WEIL, 1996). Az ilyen típusú kolloidok esetében a talajoldat kémhatásának eltérése a kolloid izoelektromos pontjától lényegesen befolyásolja a kationok megkötését (savas közegben kevesebb kötődik) (MATSCHONAT & VOGT, 1997; CZINKOTA et al., 2002). A vas- és alumínium-hidroxid gélek izoelektromos pontja a talajokra jellemző pH-tartományban van, a humuszkolloidok esetében azonban ez az érték a karboxilcsoportok túlsúlya miatt az erősen savanyú tartományba esik. Mivel az ionkötődés jellege eltérő az állandó és a változó töltésű felületek esetében, a kationmegkötőképesség a közeg kémhatásától nagyobb mértékben függ a változó töltésekkel bíró humuszkolloidok, mint a jobbra állandó töltéssel jellemezhető agyagásványok esetében (STEFANOVITS et al., 1999; FOTH, 1990).

Ziberlein adatai is arról tanúskodnak, hogy a szerves kolloidok adszorpciós kapacitása nagymértékben függ a közeg pH-értékétől, a lúgos régióban a semleges

kémhatás mellett meghatározott értékhez képest nagymértékben növekszik (KLIMES-SZMIK, 1957). A különböző talajok adszorpciós kapacitása, szerves és szerves kolloidjainak minősége és mennyisége szerint különböző mértékben változik az ioncserélés pH-jától függően. Közepes és magas humusztartalmú talajoknál ez a változás mindig jelentős és csupán a kevés szerves anyagot tartalmazó talajoknál függ főként az agyagásvány minőségétől (KLIMES-SZMIK, 1957).

A T-érték (kolloidok felületén lévő negatív töltések mennyisége $\text{me} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, illetve $\text{cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ talaj) meghatározása a talajtan több évtizedes problémája. Pontos meghatározása rendkívül nehéz, ha oldható vagy bomlékony anyagok vannak jelen. DZUBAY (1960) és KLIMES-SZMIK (1957) részletes áttekintő munkái, amelyek a Magyarországon és külföldön kidolgozott és használt kationcsere-kapacitás meghatározási módszerekről, illetve azok fejlődéséről szólnak, alátámasztják azt a tényt, hogy mennyire problémás kérdéssel állunk szemben. A különböző eljárásokkal nyert eredményeket pedig nem lehet egymással összehasonlítani.

A T-érték meghatározását a Magyarországon általánosan elterjedt Mehlich-módszer szerint két lépésben végzik. Először a talajt a benne nem, vagy csak kis mennyiségben előforduló kationnal telítik, majd második lépésben a talajban lévő telítő kation mennyiségét határozzák meg. Ezen módszerek sajátja, hogy a telítő oldat kémhatását enyhén lúgos pH-értékre állítják be (BaCl_2 pH 8,1) részben azért, hogy a szénsavas mészes oldódásának zavaró hatása kevésbé érvényesüljön (BUZÁS, 1988). Olyan savanyú talajoknál azonban, amelyekben a (pH-függő) változó töltést hordozó kolloidok mennyisége jelentős, az így meghatározott T-érték nem a természetes körülményeknek megfelelő, úgynevezett aktuális kapacitást, hanem az annál lényegesen nagyobb potenciális cserekapacitást jelenti, hiszen a természetben protonált állapotban lévő változó töltések a mérés során a lúgos közegben deprotonálódnak és kationfelvevő helyekké válnak (STEFANOVITS et al., 1999; FILEP, 1988), ezáltal eltorzítják az eredményt. A torzítás mértéke talajtípusonként eltérő, hiszen a változó töltést főként a szerves kolloidok szolgáltatják. A főleg ásványi kolloidokat tartalmazó talajoknál, mivel ezek töltése javarészt permanens, a torzítás kisebb. A mérés torzítása tehát attól függ, hogy a T-érték kialakításában szerepet játszó állandó, illetve változó töltések milyen arányban vannak a talajban.

A kationcsere-kapacitás meghatározására más módszerek is ismeretesek, mint például a Nyugat-Európában és Amerikában alkalmazott eljárás, amit GROVE és munkatársai (1982) dolgoztak ki.

Célkitűzésünk a következő kationcsere-kapacitás meghatározási módszerek összehasonlítása volt. A talajmintákat megvizsgáltuk a hazánkban általánosan használt Mehlich-módszerrel két pH-értéken (pH 8,1 és 10,3) a mérés pH-függőségének bizonyítására, illetve a Nyugat-Európában, és Amerikában alkalmazott KCl-os meghatározási módszerrel (GROVE et al., 1982). Mivel a talajok ioncserélőképessége függ a kolloid-összetételtől, azt is vizsgáltuk, hogy az egyes módszerek eredményei milyen kapcsolatban állnak a szervesanyag- és agyagtartalommal.

Anyag és módszer

A minták kiválasztásának szempontjai. – Vizsgálatainkat tizenkilenc talajmintán végeztük. Mivel a kationcsere-kapacitás a talajkolloidok által alapvetően befolyásolt érték, a minták kiválasztásakor arra törekedtünk, hogy az ásványi és szerves kolloidok mennyisége és minősége eltérő legyen. A talajok származását, illetve típusait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A vizsgált talajok származási helye, típusa és alapvizsgálati adatai

(1) Sorszám, mélység, cm	(2) Szint	pH		(3) Szerves anyag %	(4) T-érték, cmol _c ·kg ⁻¹			(5) Agyag %	
		(H ₂ O)	(KCl)		Mehlich (pH 8,1)	Mehlich (pH 10,3)	Grove (KCl)		
A. Mátraháza, mállott andezittufa									
1.	0–20	A	6,5	5,0	0,20	25,30	33,10	30,2	39
B. Kisnána, fekete nyirok									
2.	0–35	A	5,9	4,5	2,34	40,88	51,51	33,0	55
3.	35–95	B	6,7	5,3	1,86	41,29	51,10	31,9	56
4.	95–120	BC	7,9	6,9	0,97	38,84	45,38	35,7	55
5.	120–150	C	7,9	6,8	0,83	40,47	50,28	36,6	36
C. Nyíregyháza, humuszos homok									
6.	0–20	A	5,5	4,2	0,97	10,63	12,26	12,1	5
D. Selinunte, Nyugat-Szicília, Olaszország, terra rossa									
7.	20–35	E	7,2	6,3	1,67	11,04	8,59	10,3	27
8.	35–60	B	7,1	5,9	0,66	17,58	17,58	19,7	33
E. Catania, Kelet-Szicília, Olaszország, vulkáni talaj, Andosol									
9.	0–30	A	7,9	7,1	1,98	35,98	36,38	39,6	39
F. Pazin, Horvátország, rendzina									
10.	0–30	A	6,8	5,7	0,73	20,03	22,89	22,35	32
G. Hatvan, csernozjom									
11.	0–20	A	7,3	6,7	5,76	36,79	42,41	35,35	31
H. Nagygombos, humuszos homok									
12.	0–20	A	6,8	6,2	1,46	10,22	9,81	14,84	22
13.	20–40	B	6,5	5,7	0,94	11,04	9,81	13,38	20
14.	40–70	C	6,2	4,9	0,70	15,53	12,26	13,78	21
I. Zalavár, rétláp									
15.	0–20	H1	6,8	6,1	23,12	125,00	122,64	55,46	8
J. Gödöllő, Ramann-féle barnaföld									
16.	0–5	A	7,0	6,4	1,56	13,7	18,4	13,08	21
K. Velem, savanyú nem podzolos barna erdőtalaj									
17.	0–5	A	5,0	3,8	4,75	26,35	30,25	8,44	25
L. Oltárc, agyagbemosódásos barna erdőtalaj									
18.	0–5	A	5,5	4,6	3,1	15,7	26,16	11	20
M. Karád, agyagbemosódásos barna erdőtalaj									
19.	0–5	A	5,2	4,2	5,8	29,4	30,66	11,7	19

Laboratóriumi vizsgálatok

A megfelelően előkészített légszáraz, gyökér- és növényi maradvány mentes, 0,25 mm-es szitán átszitált talajminták pH-értékét desztillált vizes és kálium-kloridos szuszpenzióban elektrometriás-módszerrel mértük. A talaj:folyadék aránya 1:2,5 volt. A szerves szén mennyiségi meghatározására Walkley-Black (WALKLEY, 1947) módszerét alkalmaztuk. A szemcseméret-eloszlás meghatározása a JACKSON (1969) által leírt módszer módosítása alapján történt, mely szerint a cementáló anyagok eltávolítása után a frakcionálás szitálással és ülepítéssel történt. Ezeket a méréseket azonos talajból vett párhuzamos mintákon végeztük. Az értékelés a párhuzamos eredmények számtani átlagának figyelembevételével történt.

A *kationcsere-kapacitás meghatározása* a célkitűzésnek megfelelően háromféle módon történt:

1. Kationcsere-kapacitás vizsgálat módosított Mehlich-eljárással (BUZÁS, 1988), mely szerint a talaj kicserélhető kationjait a talajban nem, vagy csak kis mennyiségben előforduló kationnal helyettesítjük (BaCl_2 oldattal), majd második lépésben a talajban lévő telítő kation mennyiségét határozzuk meg CaCl_2 oldat segítségével.

2. Kationcsere-kapacitás vizsgálat nem puffertolt közegben. Ennél a mérésnél megismételtük az előbbi eljárást Mehlich módosított módszerével, azzal a különbséggel, hogy a kicserélő oldat (BaCl_2) kémhatása 10,3 volt.

3. Kationcsere-kapacitás vizsgálat GROVE és munkatársai (1982) által módosított módszerrel (unbuffered salt extraction method). E módszert eredetileg SCHOFIELD (1949) javasolta a talaj eredeti pH-értékén történő kationcsere-kapacitás meghatározására. Ezt a módszert módosították GROVE és munkatársai 1982-ben. Vizsgálataink során a Grove-módszert módosítottuk (SIMON, 2003), ugyanis az atomabszorpciós spektrométer nem adott megbízható eredményeket, amikor az NH_4^+ -koncentrációt mértük. Ezért az eredeti módszer szerint javasolt 0,2 M NH_4Cl telítőoldatot 0,2 M KCl oldatra, illetve a 0,2 M KNO_3 kicserélő-oldatot 0,2 M NH_4Cl oldatra változtattuk. Az ionkicserélés folyamata többszöri rázatással, majd centrifugálással történt. Az első kicserélés során összegyűjtött oldat K-ion koncentrációját 766,5 nm-es hullámhosszon mértük atomabszorpciós spektrométer segítségével, majd a T-értéket az oldat K-koncentrációjából számítottuk ki.

Statisztikai vizsgálatok

A mérésekkel kapott adatokat lineáris, illetve egy esetben nem lineáris regresszióanalízissel értékeltük (SVÁB, 1967), melyek eredményei a 2. táblázatban láthatóak.

Az eredeti mért adatok között nem kaptunk statisztikailag szignifikánsnak tekinthető összefüggéseket, ezért származtatott adatokkal számoltunk. Az egyik fontos származtatott adat a T-érték mérésére használt telítőoldat pH-értéke és az egyensúlyi oldatban aktuálisan mért pH közötti különbség és a szervesanyag-tartalom szorzata volt. Kezdeti feltételezéseink szerint ez az érték azt mutatja, hogy a szerves anyag mennyiben meghatározó a talaj változó töltésének kialakulásában. A másik származtatott mennyiségünk a BaCl_2 oldat alkalmazásával különböző pH-értékeken

(8,1, ill. 10,3) mért T-érték és a Grove-féle módszerrel kapott T-érték különbsége volt. Ez az érték a talaj mesterségesen beállított lúgos tartományban mért és a saját pH-jának megfelelő kationmegkötő képességeinek eltérését hivatott kifejezni, vagyis a pufferképességgel áll szoros kapcsolatban.

2. táblázat

A regresszióanalízis eredményei

A. Lineáris regresszióanalízis

(1) Ábra száma	R	SzD	n	P
2.	0,96	4,94	19	<0,0001

B. Nem lineáris regresszióanalízis

(1) Ábra száma	T-érték			
	Mehlich (pH 8,1)		Mehlich (pH 10,3)	
	Chi ²	R ²	Chi ²	R ²
1.	61,60	0,91	91,18	0,88

Eredmények és értékelésük

A minták kémhatása vizes szuszpenzióban pH 5,0-7,9 között változik. Két talajminta (Velem és Karád) kémhatása a savanyú tartományba esik. A legsavanyúbb pH-értékű talajminta (Velem) fillitpala mállásterméken kialakult savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj. A lúgosabb kémhatású minták a fekete nyiroktalaj mélyebb szintjeiből származnak. A többi minta kémhatása a várakozásnak megfelelő, talajtípusra jellemző tartományba esett.

A talajok közül a zalavári rétláp minta szervesanyag-tartalma kiugróan magas (23,1%) volt. Másik három minta (Hatvan, csernozjom; Velem, savanyú nem podzolos barna erdőtalaj; Karád, agyagbemosódásos barna erdőtalaj) a humuszban gazdag talajok közé tartozik. A közepes humusztartalmú (2–4%) talajokhoz kettő minta sorolható (Kisnána, fekete nyirok A szintje; Oltárc, agyagbemosódásos barna erdőtalaj). A minták többsége kis humusztartalmú volt.

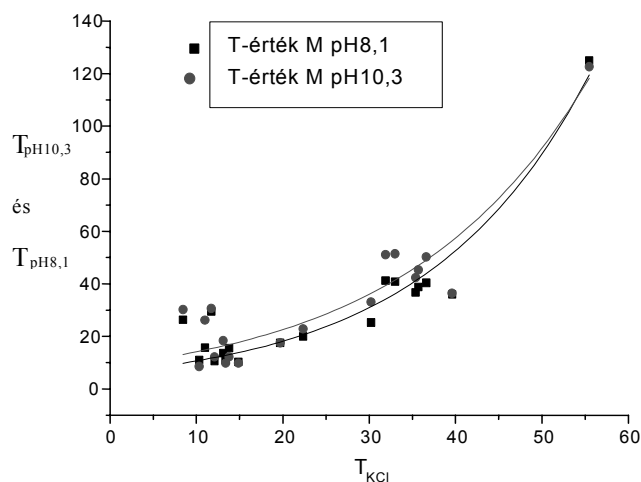
A minták agyagtartalmának vizsgálatakor a legnagyobb értéket a nagy mennyiségű duzzadó agyagfrakcióval jellemezhető kisnánai fekete nyiroktalajoknál kaptuk. Legkevesebb agyag a nyíregyházi humuszos homokban fordult elő.

Az 1. táblázat adataiból látható, hogy az azonos talajnál különböző módszerekkel mért eredmények eltérőek. A pH 10,3 kémhatású közegben mért értékek nagyobb szervesanyag- és agyagtartalom mellett általában valamivel nagyobbak. Az is megfigyelhető, hogy egyes esetekben mindhárom módszer eredménye hasonló (Nyíregyháza A-, Selinute E- és B-szint), máskor jelentősen különbözik (Velem, Oltárc, Karád). A vizsgált talajok szemcseösszetétele, humusztartalma és kationcsere-kapacitás értéke között szoros összefüggés van.

Megfigyelhetjük, hogy azonos módszerrel vizsgálva a különböző kationcserekapacitású talajokat, jelentős eltéréseket kapunk. Ez várakozásainknak megfelelő, hiszen feltételeztük, hogy a talajok T-értéke szorosan összefügg azok szervesanyag- és agyagtartalmával, mintáink pedig ilyen szempontból változatosak voltak. Magasabb agyag- és szervesanyag-tartalom mellett nagyobb T-értékeket mértünk, amire szintén számítottunk.

Célunknak megfelelően az azonos talajokat különböző módszerekkel is vizsgáltuk és azt tapasztaltuk, hogy ezek eredményei különbséget mutatnak. A különbségek nagysága összefüggött a minták szervesanyag-tartalmával. Kisebb kolloidtartalom mellett kisebb különbségeket tapasztaltunk. Mivel a kationcserekapacitás függ a talajkolloidok változó töltéseitől, minél nagyobb ez a töltés, annál nagyobb a különbség a különböző oldatokkal, különböző kémhatásnál meghatározott T-értékek között. Ezen összefüggéseket statisztikailag is kimutattuk.

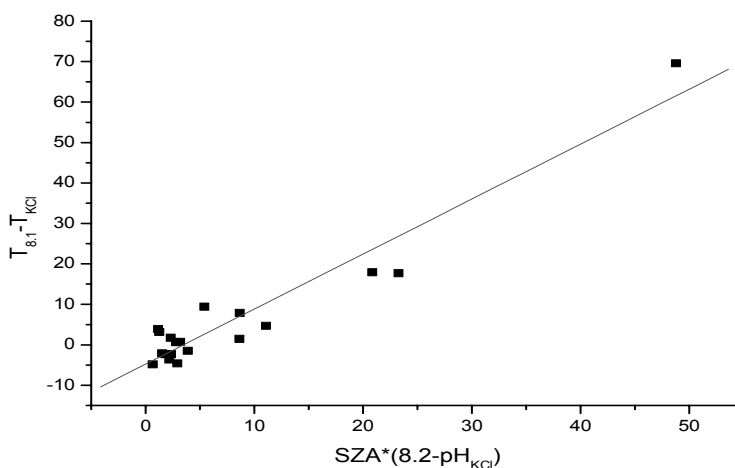
Az 1–3. ábrákon látható, hogy egy minta esetében (Zalavár, rétláp) az igen nagy szervesanyag-tartalom miatt, szinte az összes mért érték jelentősen nagyobb a többinél. Ez okozhatta a korrelációs együttható a többi adatra nézve kissé nagyobb értékét, de az ábrákon látszik, hogy a többi adat is beleillik a statisztikai hibahatáron belül a számított összefüggésekbe. A különböző módszerekkel mért kationcserekapacitás értékek összehasonlítására nem lineáris regresszióanalízist végeztünk. A Mehlich-módszerrel két különböző kémhatásnál (pH 8,1 és 10,3) kapott T-értékeket vetettük össze a Grove-módszer eredményeivel. A 1. ábrán látható, hogy minél nagyobb T-értékeket mértünk az utóbbi módszerrel, annál nagyobb volt az eredmények közötti eltérés a Mehlich-módszerrel összehasonlítva. Az eltérések exponenciális tendenciát mutattak. Valószínű, hogy ez az eredmény is a kolloidok változó töltéseivel van kapcsolatban, hiszen nagyobb T-érték nagyobb változó töltésmennyiséget feltételez, amely érzékenyebb a két módszer eltérő feltételeire.



1. ábra

A kétféle Mehlich- (pH 8,1 és pH 10,3) és a Grove-módszerrel (T_{KCl}) vizsgált 19 talajmintán mért kationcserekapacitás értékek összehasonlítása

Az 1. ábrán ugyanakkor az is látható, hogy a Mehlich-módszer és változatának eredményei nagyon hasonlóak egymáshoz. A különböző pH-értékeken (8,1, ill. 10,3) mért eredményt megvizsgáltuk lineáris regresszióanalízissel is. Várakozásunkkal ellentétben azt tapasztaltuk, hogy a két pH-értéken a T-érték gyakorlatilag azonos (a különbség hibahatáron belül van), vagyis ebben az esetben a változó töltések mennyisége nem növekszik a lúgosítás hatására. E jelenség magyarázata további vizsgálatokat igényel. A Mehlich- és a Grove-módszer összevetése alapján



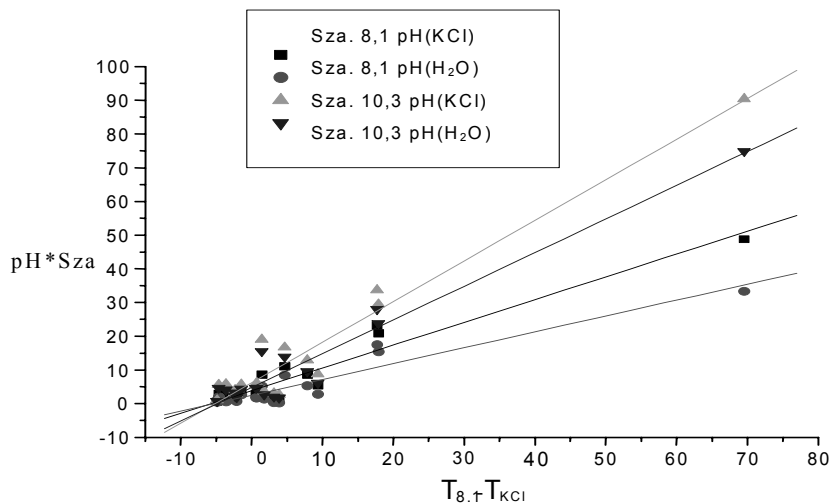
2. ábra

A T-érték különbség és a szervesanyag-tartalom összefüggése a származtatott adatok alapján

azonban továbbra is feltételezzük, hogy ha egy talajban a változó töltések száma jelentős, akkor lúgosabb pH esetén nagyobb T-értéket mérhetünk. Ezt támasztja alá a 2. és a 3. ábra is.

A 2. ábrán látható származtatott adatok szignifikáns összefüggése azt látszik igazolni, hogy a talajok szerves kolloidjai összefüggésben állnak a változó töltések kialakulásával, ha feltételezzük, hogy a talaj változó töltéseiért a szerves anyagok nagyobb mértékben felelősek, mint a szervesetlen kolloidok. Tudjuk, hogy ha egy talajban sok a változó töltés, akkor a lúgosabb pH-értéken mért T-érték általában nagyobb, mint a savasabb kémhatáson mért. Vizsgálataink alapján láthatjuk (1. táblázat), hogy többnyire a mért kis szervesanyag-értékeknél fordul elő, hogy a 8,1 pH-értéken mért kationcsere-kapacitás nagyobb, mint a 10,3 pH-érték esetén. Meg kell említeni, hogy vizsgálatainkban azon talajkolloidok közül, amelyek összefüggésbe hozhatóak a változó töltések kialakulásával, csak a szervesanyag- és agyag-ásvány-tartalmat mértük, de az eredmények alakulásában szerepük lehetett a kovásvaknak, a vas- és alumínium-hidroxidoknak is.

A 3. ábrán szintén a változó töltések szerepét láthatjuk. Az illesztett egyenesek meredeksége azt mutatja, hogy minél jobban eltávolodunk egy amfoter kolloid izo-



3. ábra

A szervesanyag-tartalom hatása a különböző pH-értéken mért T-értékek közötti eltérésekre

elektromos pontjától, (jelen esetben lúgos kémhatás irányába), annál több lesz a kationok megkötésére alkalmas helyek száma a savcsoportok disszociációja miatt.

A várakozásainkkal ellentétben nem mutatható ki szignifikáns összefüggés a minták agyagtartalma és a kationcsere-kapacitás változás nagysága között. Magyarázatul szolgálhat, hogy mintáinkban a talajok agyagtartalmának jelentős része úgynevezett 2:1 típusú volt. Ezen agyagásványoknál a pH-függő töltések mennyisége kisebb az állandó (permanens, vagyis pH-tól nem függő) töltésekéhez képest.

Vizsgálataink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a vizsgált talajok esetében a Mehlich- és a Grove-módszerrel mért kationcsere-kapacitás értékek eltérőek és egymással nem kompatibilisek. A különbségek nagysága feltehetően elsősorban a talajkolloidok mennyiségétől és minőségétől függően a különböző talajtípusokban eltérő. Ezen összefüggések részletesebb elemzése további vizsgálatokat igényel.

Összefoglalás

A talaj kicserélhető kationjainak minőségi és mennyiségi meghatározására többféle módszert használnak a gyakorlatban. A módszerek többek között abban különböznek egymástól, hogy az ioncserét más-más kémhatású közegben vizsgálják. Mivel a kationcserélő-képesség kémhatástól függő tulajdonság, így a vizsgálatok eredményeit csak akkor lehet közvetlenül összehasonlítani egymással, ha azt azonos módszerrel végezték.

Magyarországon a Mehlich-módszerként ismert vizsgálati eljárás terjedt el a kationcsere-kapacitás meghatározására. A nemzetközi gyakorlatban viszont – többek között – egy másik, az úgynevezett Grove-módszer használatos. Vizsgálataink igazolták, hogy a két módszer eredményei azonos talajok esetén eltérnek egymástól. Az eltérések összefüggésben vannak a talajkolloidok mennyiségével és minőségével. Az eltérések nagysága elsősorban a minták szervesanyag-tartalmának növekedésével nőtt, az agyagtartalom által befolyásolt különbség a módszerek között, nem volt szignifikáns.

A T-érték a különböző talajosztályozási rendszerekben fontos diagnosztikai paraméter, melynek meghatározására nemzetközileg a Grove-módszert használják. Ezek alapján indokolt lenne egy átszámítási módszer kidolgozása, amellyel a két eljárás eredménye átszámítható egymásba. Ezen kívül szintén indokolt az eredeti Grove-módszer elterjedésének szorgalmazása hazánkban.

Kulcsszavak: kationcsere-kapacitás, módszerek, szervesanyag-tartalom, agyagtartalom

Irodalom

- ADAMS, F. (Ed.), 1984. Soil Acidity and Liming. 2nd ed. ASA–CSSA–SSSA Inc. Madison, WI. USA.
- BRADY, N. & WEIL, R., 1996. The Nature and Properties of Soils. Prentice–Hall, Inc. New Jersey.
- BUZÁS I. (szerk.), 1988. Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- CZINKOTA, I. et al., 2002. An equipment and software for improved estimation of soil acidity. Agrokémia és Talajtan. **51**. 37–46.
- DI GLÉRIA J., 1957. A talajok kationadszorpciója és a talajsavanyúság kérdése. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **11**. (1–4) 193–196.
- DZUBAY M., 1960. A „T” érték lángfotometriás meghatározása Mehlich-módszerrel nyert talajadatokból. Agrokémia és Talajtan. **9**. 271–276.
- FILEP GY., 1988. Talajkémia. Akadémia Kiadó. Budapest.
- FOTH, H. D., 1990. Fundamentals of Soil Science. Wiley. New York.
- GROVE, J. H., FOWLER, C. S. & SUMNER, M. E., 1982. Determination of the charge character of selected acid soils. Soil Sci. Soc. Am. J. **46**. 32–38.
- JACKSON, M. L., 1969. Soil Chemical Analysis – Advanced Course. 2nd ed. Dept. Soil Science, Univ. of Wisconsin. Madison, WI.
- KLIMES-SZMIK A., 1957. Korszerű eljárások a talajok adszorbeáló képességének és az adszorbeált kationok mennyiségének meghatározására. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **11**. (1–4) 247–255.
- MATSON, G. & VOGT, R., 1997. Effect of changes in pH, ionic strength, and sulphate concentration on the CEC of temperate acid forest soils. European Journal of Soil Science. **XXVI**. 163–164.

- NIKOLSZKIJ, P. et al., 1948. A talajok szabadföldi és laboratóriumi vizsgálatának kézikönyve. IV. kötet, 3. füzet. A Szovj. Tud. Akad. Kiadása. Moszkva–Leningrád.
- SCHOFIELD, R. K., 1949. Effect of pH on electric charges carried by clay particles. J. Soil Sci. **1**. 1–8.
- SIMON, B., 2003. Acidification of selected Hungarian soils. Ph. D. Dissertation. Szent István University. Gödöllő.
- STEFANOVITS P., FILEP GY. & FÜLEKY GY., 1999. Talajtan. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- SVÁB J., 1967. Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- WALKLEY, A., 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci. **63**. 251–263.

Érkezett: 2006. január 25.

Comparative Analysis of the Cation Exchange Capacity of Soils

P. HEGYMEGI, B. SIMON and E. MICHÉLI

Szent István University, Department of Soil Science and Agrochemistry
Gödöllő (Hungary)

Summary

Several methods are used for cation exchange capacity (CEC) measurements in soils, differing mainly in the pH of the determinations. The Mehlich method (In: BUZÁS, 1988) is generally used in Hungary (and in other parts of Europe), while in the USA the "salt extraction method" (GROVE et al., 1982) is more widespread. These two methods and a modified version of the Mehlich method (buffered at pH 10.3) were compared.

Nineteen soil samples with different amounts and types of organic and inorganic soil colloids (humus and clay types) were collected and analysed for this project in order to prove the pH-dependency of the different methods and determine the correlation among the CEC determinations and the different clay and organic matter contents of the soils. In addition to the CEC measurements the following analyses were carried out on the samples: pH electrometrically (both in H₂O and KCl solution), soil organic matter content by the Walkley-Black method, and particle size fractionation using the procedure described by Jackson.

Depending on the protocols of the various methods, the CEC of the soil samples was analysed at pH 8.2, 10.3 and soil pH. The results exhibited great variability. The grade of differences showed further variation between the soils. The higher the colloidal (organic/inorganic) content was, the greater the difference in the CEC levels and the higher the pH dependent charges of the colloids were, the greater the differences in the CEC of the same sample.

Based on the studies it is suggested that harmonized but soil-dependent methods should be used to achieve compatible results in the literature.

Table 1. The place of origin, type of the examined soils and their basic analytical results. (1) Soil No. and depth, cm. (2) Genetic horizon. (3) Organic matter, %. (4) Cation exchange capacity, T-value. (5) Clay %. A. Mátraháza, weathered andesite tuff. B. Kisháza, black "nyírok". C. Nyíregyháza, humous sand. D. Selinunte, W-Sicily, Italy, terra rossa. E. Catania, E-Sicily, Italy, volcanic soil, Andosol. F. Pazin, Croatia, rendzina. G. Hatvan, chernozem soil. H. Nagygyompos, humous sand. I. Zalavár, peaty meadow soil. J. Gödöllő, Ramann brown forest soil. K. Velem, acidic non-podzolic brown forest soil. L. Oltárc, brown forest soil with clay illuviation. M. Karád, brown forest soil with clay illuviation.

Table 2. Results of the regression analysis. (1) No. of Figure. A. Linear regression analysis. B. Non-linear regression analysis.

Fig. 1. Comparison of the cation exchange capacity values of the 19 soil samples determined with the two Mehlich methods (at pH 8.1 and pH 10.3) and the Grove method (T_{KCl}).

Fig. 2. Relationships between the difference in T value and the organic matter content on the basis of derived data.

Fig. 3. The effect of organic matter content on the differences in T values analysed at different pH values.