

Egyszerűbb és nagyobb biztonságú helyszíni talaj-pH-meghatározás komplex G indikátorral és brómkrezolölddel

A talajvizsgálatokkal foglalkozó szakemberek gyakran kerülhetnek olyan helyzetbe, hogy gyorsan kell megtudniuk a talaj pH-értékét, például a helyszíni vizsgálatok során, olykor azonban a laboratóriumban is.

Az ezt lehetővé tevő, indikátorok segítségével történő pH-mérés fiziko-kémiai alapjai és az ezekre támaszkodó gyakorlati megoldások már régóta ismertek [2]. A nem túl nagy elektrolitkoncentrációjú, szerves oldószereket, fehérjéket és egyéb kolloidokat nem tartalmazó oldatokban a pH kolorimetrikus meghatározása pufferoldatok segítségével kielégítő pontossággal elvégezhető.

Talajok pH-jának meghatározására a szuszpenzióban történő mérés, és a kolloidok gyorsabb ülepedése céljából BaSO_4 -por adagolását alkalmazó, Kühn-féle eljárás terjedt el [5]. A Kühn-féle módszer két keverékindikátort használ, a komplex I. és II. indikátort, s ezek alkalmazásával a helyszíni, ill. általában a gyors pH-mérést megoldottnak tartják. A közvetlen tapasztalatokkal rendelkező szakember azonban ismeri azokat a nehézségeket, amelyeket a két indikátor váltogatott használata okoz, ami észlelési és jegyzőkönyvben való rögzítési tévedések lehetőségét rejti magában. Másrészt a komplex II. indikátor négy alapoldatának elkészítése munkaigényes, azonkívül oldódási nehézségek, valamint egyes festékeknek a tárolás során bekövetkezett esetleges kémiai változásai miatt előfordulhat, hogy az indikátor működése nem kielégítő.

A felsorolt problémákból kiindulva, CSEHNÉ az ötvenes évek végén kidolgozta a komplex I. módosított arányú és fenoltaleint is tartalmazó változatát, azzal a céllal, hogy így az a lúgos tartományban is használható legyen, másrészt a brómtimolkék-arány növelésével a színek határozottabbak legyenek a 6 pH feletti intervallumban. A többféle arány kipróbálása alapján legkedvezőbbnek ítélt variáns az egyetem székhelyének (Gödöllő) kezdőbetűjével jelölte, megkülönböztetésül a komplex I. indikátortól. Az indikátort több agráregyetem talajtani gyakorlati oktatásában és helyszíni felvételezéseinél azóta is alkalmazzák [3, 4, 6] (1. táblázat).

A későbbiekben nyugat-dunántúli erdőtalajok vizsgálatának tapasztalatai hívták fel figyelmünket a metilvörös indikátort tartalmazó keverékindikátorok olyan hibalehetőségére, mely a bázisokkal telített vagy csak gyengén telítetlen talajoknál általában nem mutatkozik.

A metilvörös — kémiai nevén p-dimetil-amino-azobenzol-karbonsav — ugyanis savanyú közegben terciér ammóniumbázisként viselkedik, ennél fogva festék-kationra és OH^- , ill. só esetén valamilyen anionra disszociál; a nagyméretű szerves kation pedig irreverzibilisen kötődik a talajok ásványi kolloidjaihoz. (Ezt a tapasztalaton alapuló feltevést az analóg kémiai jellegű metilénkék-festék CSEHNÉ [1] által tanulmányozott irreverzibilis adszorpciója is alátámasztja.) A festék tehát mint indikátor inaktíválódik, s a keverékindikátor összetevőiből ennek következtében csak a brómtimolkék savas (sárga) színe marad látható. Ez a hatás különösen a helyszíni vizsgálatoknál okozhat zavart, ugyanis — mint a kísérleti részben közölt megfigyeléseink is bizonyítják — az 5,5—5,8 pH-értékűnél savanyúbb talajokat a helyszínen így 5,8—6,0 pH-értékűnek ítéljük meg.

Mivel az inaktiválódást a metilvörös kation-jellege okozza, csak az a lehetőség kínálkozott a hiba kiküszöbölésére, hogy a metilvöröst azonos pH-intervalumban átcsapó, ám anion-jellegű indikátorral helyettesítsük. Erre a szulfonsav-csoportot tartalmazó, s így H^+ -re és festék-anionra disszociáló brómkrezolzöldet (3,3'-5,5'-tetrabróm-krezolszulfotalein) találtuk megfelelőnek; színátcsapása azonban, sajnos, azonos a brómtimolkékével: 4,0 pH alatt sárga, 5,4 pH felett kék, így vele együtt keverékként nem használható (1. táblázat).

Ezért a brómkrezolzölddel a továbbiakban mint párhuzamos mérésben alkalmazandó indikátorral foglalkoztunk. Igaz, hogy ez némi többletmunkát jelent, s úgy is tűnhet, hogy

1. táblázat

A komplex G és a brómkrezolzöld színskálája

pH	Szín		pH	Szín komplex G
	komplex G	brómkrezolzöld		
3,4	piros	sárga	6,6	sárgás zöld
4,0	piros	sárgászöld	7,0	(fü-) zöld
4,3	narancsos piros	zöld	7,2	(tűlevél-) zöld
4,6	pirosas narancs	kékeszöld	7,5	kékeszöld
4,9	(gyengébben) narancs	zöldeskék	7,8	zöldeskék
5,2	narancs	kék	8,0	(berlini) kék
5,4	sárgás narancs	ibolyás kék	8,5	(ultramarin) kék
5,7	narancsos sárga		9,0	kékes ibolya
6,0	sárga		9,5	ibolya
6,2	zöldessárga		10,0	vöröses ibolya

ellentmondásba kerültünk a komplex G kimunkálását elindító korábbi szándékunkkal; a komplex G egyéb előnyeit azonban — véleményünk szerint — a fenti felismerés nem vonja kétségbe, a brómkrezolzöld indikátor alkalmasságának felismerése pedig kiegészítő eszközt ad a kezünkbe olyan esetekre, amikor a talajgenetikai viszonyok ismerete alapján savanyú talajokra lehetünk felkészülve.

Tekintve, hogy újabban sok jelzés érkezik a szántóföldeknek az intenzív műtrágyázás következtében bekövetkező elsavanyodásáról, várható, hogy mind több esetben merül fel a gyakorlatban a komplex indikátorok fent ismertetett hiányossága. Ilyen esetekre hasznosnak ígérkezik az általunk javasolt, eddig talaj-pH meghatározására nem alkalmazott brómkrezolzöld indikátor. A bázistelített és szikesekkel tarkított talajtakarójú másik országrészen viszont munkamegtakarítást jelent a komplex G használata.

Kísérleti rész

A bevezetőben említettük, hogy a komplex G indikátort a talajtani gyakorlati oktatásban és a kutatómunka felvételezéseiben több helyütt s már huzamos ideje alkalmazzák. Magunk is többszáz pH-mérés eredményei alapján győződhattünk meg a 6,0–10 pH-intervallumban megfelelő pontosságot biztosító használhatóságáról. Hasonlóan jó tapasztalatokat szereztünk a brómkrezolzöld használatáról. Mivel azonban a laboratóriumi gyakorlatokon elért eredmények nem tekinthetők egzakt párhuzamosoknak, a felvételezéseknél mért pH pedig természetes nedvességű talajon kerül meghatározásra, míg az elektrometrikus pH légszáraz talajon, ezért közel azonosnak nevezhető körülmények között ellenőriztük tapasztalatainkat. E célra

különböző genetikai típusú talajokból mintasorozatot állítottunk össze, úgy, hogy a minták nagyjából egyenletes eloszlással képviseljék a 4,0—10,0 pH-intervallumon belüli pH-értékeket.

A pH-értékek meghatározását elektrometrikusan kombinált üvegelektóddal, Radelkisz OP 205 Precision pH-Meter típusú készüléken végeztük, kolorimetrikusan pedig komplex I., komplex G és brómkrezolzöld indikátorral.

A méréseket 2—2 párhuzamos beméréssel végeztük mindkét vizsgálati típusnál, a szuszpenziók készítéséhez kiforralt desztillált vizet, ill. a komplex I. és komplex G indikátoros

2. táblázat

Talajok komplex I. (K. I.) és komplex G (K. G.) indikátorral meghatározott, illetve elektromosan mért (el. m.) pH-értékei

Talajminta sorszama és genetikai típusa	pH _(H,O)			pH _(KCl)		
	el. m.	K. I.	K. G.	el. m.	K. I.	K. G.
1. Barnaföld	6,40	6,2	6,4	5,95	6,0	6,0
2. Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	6,43	6,4	6,4	5,99	6,0	6,2
3. Csernozjom	7,37	7,6	7,6	7,28	7,6	7,4
4. Csernozjom	7,49	7,6	7,6	7,55	7,6	7,6
5. Csernozjom barna erdőtalaj	7,49	7,6	7,6	7,33	7,4	7,4
6. Csernozjom barna erdőtalaj	7,53	7,6	7,6	7,49	7,6	7,4
7. Barnaföld (C-szint)	7,64	7,6	7,6	7,66	7,6	7,6
8. Szoloncsák	7,90		8,0	7,83		7,8
9. Szoloncsákos szolonyec	8,54		8,5	8,42		8,5
10. Szolonyec (padkafenék)	8,72		9,0	8,67		8,7
11. Szoloncsák	9,55		9,5	9,10		9,0
12. Szoloncsákos szolonyec	10,13		10,0	9,85		10,0
13. Szoloncsák	10,24		10,0	10,05		10,0

sorozatnál *N* KCl-ot is használva. Ezeznél ugyanis kíváncsiak voltunk arra is, hogy javít-e a kolorimetriás pH-érték pontosságán a KCl erőteljesebb üleptető hatása. (Ez kis mértékben tapasztalható is volt.)

A kolorimetriás sorozatok 20—20 ml térfogatú szuszpenzióikhoz 0,5—0,5 ml indikátort pipettáztunk, és azonos várakozási idő után, mint az elektrometriás mérésnél (6 óra) fehér háttér előtt, optimális háttérvilágításban állapítottuk meg a színeket. Mivel ez a helyszíni vizsgálati előíráshoz képest hosszú ülepedési idő jó ülepedést tett lehetővé a desztillált vizes szuszpenzióknál is, ezért BaSO₄-ot nem használtunk.

A színek alapján a pH-t puffersorozat segítségével határoztuk meg. Az alábbi pufferoldatokat használtuk: pH = 4,0—8,0-ig 0,1 *M* citromsavat és 0,2 *M* szekundér foszfátoldatot; a puffersorozat 8,0 pH feletti részét pedig borát-sósav, ill. borát-nátron pufferelegyekből állítottuk elő. A brómkrezolzöld indikátorhoz készített puffersorozat 3,4 pH-jú tagját elektrometriás ellenőrzés mellett, savhígítás útján állítottuk elő.

A kolorimetriás vizsgálatoknál alkalmazott indikátorok összetétele:

1. komplex I.: módszerkönyvi előírás szerint;
 2. komplex G: 3 rész 0,1%-os brómtimolkék, 1 rész 0,05%-os metilvörös és 0,5 rész 1%-os fenoltalein elegye;

3. Brómkrezolzöld: 0,04%-os vizes oldat.

Semlegesítés céljára a brómtimolkék 3,2 ml, a metilvörös 3,7 ml, s a brómkrezolzöld 1,16 ml 0,05 *N* NaOH-ot tartalmaz 100 ml-enként.

Eredmények

A 25 tagból álló talajminta-sorozat kolorimetrikus színei komplex I. és komplex G indikátorral az első 12 minta esetében (4,0 és 6,0 közé eső pH-jú minták) egyöntetűen sárgák voltak, bár az elektromosan mért pH-értékek 4,5—5,4 pH között voltak desztillált vízben és 3,9—4,8 pH között *N* KCl-ban mérve. Ezért a 2. táblázatban csak a 6,0-nál magasabb pH-értékű talajok eredményeit tüntettük fel. A 2. táblázat adataiból látható, hogy a kolorimetrikus pH-értékek 0,2 pH eltérésen belül követik az elektrometrikusan mért pH nagyságát. 7,6 pH-értékig gyakorlatilag nincs különbség a komplex I. és komplex G indikátor között abban a tekintetben, hogy melyikkel mért érték közelítette meg jobban az elektrometriásan mért pH-értéket. 7,6 pH felett a pH-értékek kolorimetriásan csak a komplex G indikátorral voltak mérhetőek, és az így kapott értékek ugyancsak 0,2 pH-értékkülönbségen belül követték az elektromosan mért értékeket.

A komplex I. és komplex G indikátorral egyöntetűen sárga színt mutató talajok pH-értékeit brómkrezolölddel lehetett meghatározni, és ezek az értékek gyakorlatilag egyezőknek mondhatók az elektromosan mért értékekkel, ugyanis az eltérések nem nagyobbak 0,05—0,1-nél (3. táblázat). Az 0,1 körüli eltérések valószínűsített értékek, ugyanis a színskála-egységek (4,0, 4,3, 4,6 stb.) közé eső mért értékek felkerekített közepek (4,5, 4,8, 5,1 stb.).

3. táblázat

Savanyú erdőtalajok pH-értékei elektromosan (el. m.) és brómkrezolölddel (kol.) meghatározva

Talajminta sorszáma és genetikai típusa	pH _(H₂O)		Talajminta sorszáma és genetikai típusa	pH _(H₂O)	
	el. m.	kol.		el. m.	kol.
1. Kovárványos barna erdőtalaj	4,50	4,5	7. Pangóvízes barna erdőtalaj A ₃	5,07	5,1
2. Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	4,85	4,9	8. Pangóvízes barna erdőtalaj B ₁	5,18	5,2
3. Pangóvízes barna erdőtalaj A ₁	4,79	4,8	9. Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	5,17	5,2
4. Pangóvízes barna erdőtalaj A ₃	4,80	4,8	10. Pangóvízes barna erdőtalaj	5,25	5,3
5. Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	4,85	4,9	11. Agyagbemosódásos barna erdőtalaj	5,48	5,4
6. Pangóvízes barna erdőtalaj B ₁	4,88	4,9	12. Pangóvízes barna erdőtalaj B ₃	5,60	5,4

Megjegyzés: Az azonos típusú és szintjelzésű minták különböző szelvényekből származnak.

Összefoglalás

A dolgozatban beszámolunk a talajok kolorimetrikus pH-mérésére alkalmazott Kühn-féle komplex I. és II. indikátorok használatával szemben kényelmesebb eljárást biztosító komplex G indikátorról, továbbá a savanyú talajok pH-meghatározására javasoljuk a brómkrezolöld indikátor használatát.

Előbbinek fontos előnye, hogy pH = 10,0 értékig a szikes talajok helyszíni vizsgálatára is alkalmas. Dolgozatunkban a módszertani leíráson kívül talajminták adataival illusztráljuk a

vele laboratóriumi körülmények között történt mérés 0,2 pH megközelítést adó megbízhatóságát.

A mérési tapasztalatok felhalmozódása során kitűnt, hogy a 4,0—6,0 pH-intervallumban a metilvörös a talajkolloidokon végbemenő irreverzibilis adszorpciója miatt hibás pH-t jelez. Ezért erre a tartományra az általunk kipróbált brómkrezolöld indikátort javasoljuk, mely sav jellegű festék, és nem adszorbeálódik. Közölt adataink szerint az így mért kolorimetrikus pH 0,1 pH-n belül megközelíti az elektrometriásan mért pH-értéket.

Irodalom

- [1] CSEH E.-NÉ: Néhány talaj fizikai típusát és aktív felületének nagyságát jellemző mérőszámok összefüggéseinek tanulmányozása. Egyetemi doktori értekezés. Keszthely. 1975.
- [2] ERDEY-GRÚZ T. & PORSZT J.: Fizikai-kémiai praktikum II. Tankönyvkiadó. Budapest. 1965.
- [3] FILEP GY.: Talajvizsgálat. Kézirat. Debrecen. 1980.
- [4] GYÓRI D., CSEH E.-NÉ & PALKOVICS M.-NÉ: Talajvizsgálatok. Kézirat. Keszthely. 1976.
- [5] Talaj és trágyavizsgáló módszerek. (Szerk.: BALLENEGGER R. & DI GLÉRIA J.) Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [6] Talajtani gyakorlatok. (Szerk.: Tanszéki munkaközösség) Kézirat. Gödöllő. 1967.

CSEH ERVINNÉ és PALKOVICS MIKLÓSNÉ

Agrártudományi Egyetem, Keszthely

Érkezett: 1983. október 31.