



Lendvai Józsefné

**Környezetvédelmi mérés technika**

**III: talajvizsgálatok**



A követelménymodul megnevezése:  
**Általános környezetvédelmi feladatok**

A követelménymodul száma: 1214-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SZT-033-20



## KÖRNYEZETVÉDELMI MÉRÉSTECHNIKA III: TALAJVIZSGÁLATOK

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A talajok természeti erőforrásként történő felhasználáshoz az iparban, mezőgazdaságban, a lakossági tevékenységek során, illetve a gondozásához, a védelméhez pontosan kell ismerni a talajok szeretlen, szerves összetételét, részecskéinek tulajdonságait, azok egymással való kapcsolatát, kihatását az élővilágra. Ezen hatások tanulmányozására az egyik jó lehetőség a talajvizsgálatok.

Egy megüresedett laktanyát lakóteleppé akarnak átalakítani. Ön, mint környezetvédelmi szakember azt a feladatot kapta, hogy – többek között – vizsgálja meg a terület talajának minőségét, szennyezettségét, megfelel-e az elvárásoknak.

**A feladat megoldásához használja a következő információs anyagot:**

- A talaj funkciói
- A talaj kialakulása, főbb jellemzői
- A laboratóriumi vizsgálatok jellemzői
- Talajmintavétel, előkészítés, tárolás
- Laboratóriumi talajvizsgálatok

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### A TALAJ FUNKCIÓI

A talaj, vagy elterjedtebb nevén a föld azon környezeti elemek egyike, amely nélkül a földi élet elképzelhetetlen. Alapvető funkciója, hogy tartó pillére legyen az ökoszisztémáknak, helyet biztosítson a talajlakó élőlényeknek, és raktározza mindazon természeti értékeket, amelyek számunkra, élőlények számára nélkülözhetetlen.





1. ábra. A talaj, mint élettér

A Föld népességének növekedésével fordított arányban változott a hasznosítható földterületek mennyisége, és az ember újabb és újabb igényekkel állt elő. Mezőgazdasági termelés alá vonta az ősgyepet, megtizedelte a trópusi őserdőket, és végeláthatatlanul bányássza a természeti kincseket az ipari tevékenységeihez.

*Pedig a Föld eltartó képessége véges és mi nem tehetünk úgy, mint a gombadarazsak, miután fölfalták az otthont adó gomba testét, a saját lárváikat is elpusztították, kirepülnek újabb gomba-lakást keresni. Nekünk azzal kell okosan gazdálkodni, amink van, méghozzá úgy, hogy utódaink is élvezhessék<sup>1</sup>.*

### A talajok kialakulása

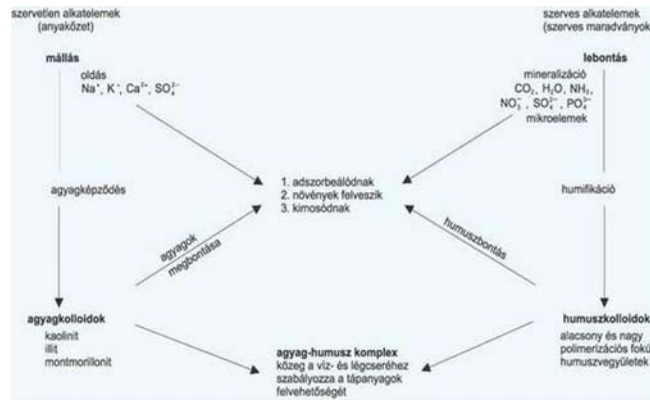
Hosszú folyamatok eredményeként alakult ki a talaj, vagyis a szilárd földkéreg legfelső, laza, termékeny rétege. A keletkezés során különböző fizikai, kémiai, biológiai mállási átalakulások történtek, mint:

- A kőzetek fizikai aprózódása az időjárás, szél, eső, hőmérséklet ingadozás hatására.
- Az ásványok kémiai átalakulása során kialakult az agyag, amely igen nagy felülete révén kiváló vízmegkötő képességgel bír.
- A mikroorganizmusok elősegítették az agyag-humusz kolloid rendszer képződését, amelynek eredménye a talaj.

A következő ábra ezt a bonyolult kapcsolatrendszert mutatja be:

---

<sup>1</sup>Mathias Wackernagel – William Rees : Ökológiai lábnyomunk



2. ábra. A talajképződés folyamata <sup>2</sup>

A humusz sötét színű, főként huminsavakból álló szerves vegyület, amely az agyagásványokkal kolloidális rendszert alkotva, biztosítja a tápanyagtartalékot és a megkötött vizet a növények számára.

A mérsékelt éghajlati öv kedvez a humuszképződésnek, az egyenlítői vidékeken nem halmozódik fel a humusz a talajban a gyors mineralizáció miatt.



3. ábra. A giliszták "gyártotta" humusz

## A TALAJOK FŐBB JELLEMZŐI

A talaj háromfázisú polidiszperz (több, különböző méretű részecskék) rendszer, amelyben szilárd, folyékony, légnemű anyagok találhatóak diszpergált (felaprított, elosztatott) állapotban. Így a talaj vizet, tápanyagokat és légzési gázokat szolgáltat a benne élő szervezeteknek.

<sup>2</sup> Láng István: Környezetvédelmi és természetvédelmi lexikon, Akadémia Kiadó, 2002.

– **A talaj kémhatása:**

Az élő szervezetek számára a közel semleges kémhatású talaj az ideális. A talajok kémhatását a kőzetalkotók, az ökoszisztéma egyéb alkotói, és a csapadék mennyisége, oldó hatása is befolyásolja.

Amikor az agyag-humusz kolloid rendszerhez kalcium-ionok kapcsolódnak – a talaj üregekkel, kapillárisokkal átszőtt, laza, morzsalékos szerkező – kedvező feltételekkel rendelkezik.

**Savas talajok:** *A sok csapadék kioldja és az alsóbb rétegekbe mossa a talaj bázisait. A hatást növeli a túlevelű növényzet, a szilikátok, oldott szén-dioxid jelenléte.*

**Sós-szikes talajok:** *Kevés csapadék esetében a talaj kipárolgása a nagyobb, így a talajvíz mozgása felfelé irányul, magával viszi a nátrium-kálium sókat. A hatást fokozza a sok napsütés. A talaj minősége romlik, rosszul szellőző, tömött lesz.*



4. ábra. Az Alföld szikes talaja

– **A talaj természetes összetevői:**

A szervesetlen ásványi anyagok a föld szilárd kérgéből származhatnak, csoportosításuk az emberi szervezet szükségletei alapján is történhet.

1. makro alkotók: nátrium, kálium, kalcium, foszfor
2. mikro alkotók: réz, vas, kobalt, jód, magnézium, kén
3. ultramikro-elemek: fluor, cink, arzén, szelén, mangán, stroncium

*A talajok radioaktív tartalmát főként az urán-238, a tórium-232 és a kálium-40 adja. A Föld természetes sugárzását 0,47 mS/év dózissra becsülik.*

- **A talaj mikroorganizmusai**

A talaj élőlényeinek faji összetétele rendkívül bonyolult életközösséget (edafont) alkot. Az edafonhoz csak a földben levő részek tartoznak.

Az edafon összetevői:

Prokarióták:	Növények:		Állatok:			
Gombák:	mikro	Magasabb rendű	Mikro (100µm)	Mezo (2 mm)	Makro (20 mm)	
Baktériumok, Sugárgombák, cianobaktériumok	Mikrogombák, nagygombák	algák	Magvak, gumók, gyökerek, hagymák	Egysejtűek, fonálférgek	Ugróvillások, termeszek, atkák,	Rovarok, puhatestűek, földi giliszták

*A talajbaktériumok mennyisége és fajtája a talaj fizikai, kémiai, mechanikai tulajdonságaitól, víz, levegő, hő gazdálkodásától, ásványi-anyagaitól függ.*

- **A talaj szennyezői:**

A természetes eredetű szennyező hatások: vulkánok, erdőtüzek, szélviharok, tengervíz sókristályai. Az ember okozta mesterséges talajkárosítás történhet közvetlenül a talajon, mint például a rendezetlen hulladéklerakók okozta szennyezés, illetve közvetett úton – előbb a levegőbe, vizekbe kerülve, majd kihullás, ülepedés révén – károsítja a talajt.

## A LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK JELLEMZŐI

A környezeti analitikában használt eljárások:

- klasszikus analitika:
  - gravimetria (csapadékos, kioldásos, elpárologtatásos)
  - titrimetria: (sav-bázis, komplexometria, csapadékos, permanganometria, jodometria)
- műszeres analitika:
  - elektroanalitika (potenciometria, konduktometria)
  - optikai mérések (molekula-spektroszkópia, atom-spektroszkópia)
  - termogravimetria

*Nagy pontossággal, igen kis koncentrációban is gyors eredményt szolgáltatnak a műszeres analitikai eljárások, mint például az atomabszorpciós meghatározások. Az AAS (atomabszorpciós spektrofotométer) 64 féle elem vizsgálatára alkalmas.*

Az elemzési módszer megválasztását befolyásolja:

- a vizsgált anyag

- a mátrix-hatás,
- a kimutatás határa.

A környezeti analitika jellegzetessége, hogy összetett, bonyolult mátrixokban kell a gyakran igen kis koncentrációjú komponens beazonosítani és mérni.

**Az elemzés folyamata:**

- mintavételezés
- Mintatartósítás
- Minta előkészítés
- Vizsgálat végrehajtása
- Mérési eredmény megadása
- Értékelés, visszajelzés

**Eredmény megadási módok:**

A mérés során kapott válaszból úgy kapható meg a mérési eredmény, ha a koncentráció - válaszból közötti összefüggés ismert.

Ennek meghatározása történhet:

- kalibrációs módszerrel,
- addíciós módszerrel,
- belső standard képzéssel.

**Eredmények feldolgozása:**

- statisztikai jellemzőkkel,
- átlag eredményszámítás,
- eredménymegadása a mérési pontossággal együtt,
- eredmény megadása a szórás közlésével,
- a középérték és az elméleti érték összehasonlítása Student-próbával.

**Az analitikai vizsgálatok jellemzői:**

- Megbízhatóság, amely függ:
  - a kiválasztott módszertől,
  - a kivitelezéstől,
  - felkészült személyzettől,
  - megfelelő labortól,
  - tökéletes mintavételezéstől,
  - helyes tárolástól,
  - adatnyilvántartástól stb.
  - összetevődik: a helyességből és a precizitásból.
- Helyesség
  - Megmutatja, hogy a várható érték mennyire tér el a valódi értéktől.

- A rendszeres hibák torzítják a valódi értéket, így ezek minél kisebbek, annál pontosabb a módszer.
- Precizitás
  - A véletlen hibákkal összefüggő teljesítményjellemző. Minél egyezőbbek az azonos mintákból kapott eredmények, annál precízebb a módszer, kisebb a vizsgálat szórása.
- Szelektivitás
  - Megadja, hogy a módszer milyen mértékben képes a kívánt alkotó meghatározására egyéb zavaró hatások mellett.
  - Tökéletes szelektivitás = specifikusság.
- Ismételhetőség:
  - Amikor az adott módszert ugyanolyan körülmények között ugyan az a személyzet végzi el, s az eredmények megbízhatóak.
- Reprodukálhatóság
  - Ha a minta és az elemzési módszerek ugyan azok, de a műszerek, mérési személyzet, laborok különbözőek, akkor az eredmények szórása a módszer reprodukálhatóságát írja le.
- Kimutatási határ
  - A mért alkotóknak az a legkisebb koncentrációja , amely az adott módszerrel megbízhatóan megkülönböztethető az alkotótól mentestől (vakmintától).
- Mérési tartomány
  - A komponens koncentrációjának az a tartománya, amelyben a helyesség és precizitás megfelelő.
  - Alsó határát a meghatározási határ, felső értékét az érzékenység - szórás aránya szabja meg.
- Érzékenység:
  - A válaszjel – koncentráció függvényben a görbe meredekségét érzékenységnek nevezzük.
  - Az érzékenység görbe meredekségét sokszor meghatározza a mátrix hatás is.

## TALAJMINTAVÉTEL, ELŐKÉSZÍTÉS, TÁROLÁS

A talajok mintavételezése szabvány szerint történik. A vizsgálati eljárás határozza meg, hogy milyen mélységből, milyen rétegben kell az elemzést végrehajtani. A mintának mind összetételében mind tulajdonságaiban a vizsgált terület talajának az összetételét kell tükröznie. Fokozottan kell arra ügyelni, hogy a vizsgálatig ne történjen olyan változás, amely a jellemzők megváltozásával járna, például penészesedés.

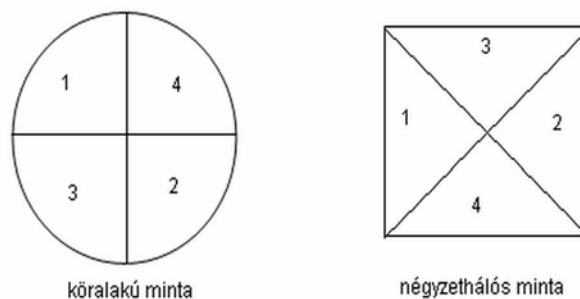
*A környezetvédelmi talajvizsgálathoz történő mintavételi eljárások és szabályok megtalálhatók: Környezetvédelmi Analitika I. tankönyv 183–185. oldalain. (Spácium Kiadó és Nyomda 2005.)*



## Talajminta előkészítése a laboratóriumi vizsgálatra

A terepen vett talajmintából az elemzéshez szükséges mennyiség negyedeléssel is előállítható.

A leggyakrabban alkalmazott módszer az ún. "negyedelési" eljárás, amelynek a során az anyaghamaszt, például salakot, hulladékot, földet, négyzet vagy kör alakban egyenletes rétegben szétterítenek, két egymásra merőleges diagonálissal négy egyenlő részre osztják, majd két átellenes negyedlet kiemelnek. Ezt az anyagot alaposan összekeverik, aprózzák majd hasonló módon újból negyedelik. Ezt a folyamatot addig ismételik, míg megfelelő mennyiségű anyag áll rendelkezésre. Az így nyert reprezentatív minta egy része kerül a laboratóriumba elemzés céljaira, egy részét pedig elteszik esetleges későbbi ellenőrző mérések számára.<sup>3</sup>



5. ábra. A minta mennyiségének csökkentése negyedeléssel

A vizsgálat előtt a talajmintákat aprózással, aprítással teszik homogénné, illetve a gyökereket, növényi maradványokat kiszedik belőle. Az egyéb eltávolított (kavics) alkotók tömegét is meghatározzák, s a mérés során mennyiségüket a talajminta arányában figyelembe veszik.

A minták tárolása történhet:

- a szabad levegőn, száraz, jól szellőző helyen, megfelelő hőmérsékleten
- A klímasekrény egyenletes paramétereit biztosít.

A vizsgálatokhoz légszáraz talajmintát használnak fel, amelyet maximum 40 °C-on történő szárítással kapnak.

A légszáraz talajmintát további őrléssel aprítják addig, hogy a 2 mm-es lyukbőségű szitán teljesen átessen.

A mintákat pontos adatokkal kell ellátni, amelyek a következők:

<sup>3</sup> <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/beinrohr/keret.htm> 2010. 07. 24.

- minta megnevezése,
- mintavétel helye, ideje,
- mintavételező neve

### Talajkivonat készítés

Alkalmas kivonószer segítségével a vizsgálandó komponenst kioldják (extrahálják) a talajmintából, mivel vizes oldatban a reakciók könnyebben, gyorsabb lejárásznak.

*Extrahálás – szilárd vagy folyékony halmazállapotú anyagi rendszerek adott komponensének alkalmas oldószerbe való átoldással történő kinyerése a többi komponens mellől.*

A művelet szabvány szerinti meghatározással történik. Igazából a talajkivonat összetétele nem egyezik meg a természetes viszonyok között tényleges összetétellel, de az arányokról jó tájékoztatást nyújt. A kioldáshoz célszerű rázógépet alkalmazni, majd a szűrés utáni szűrletet használni az elemzéshez.

A kivonatkészítés során pontosan ismerni kell a kivonószer és a talaj arányát, a későbbi számítások miatt. Az alábbi táblázat néhány ionra vonatkozó adatot tartalmaz:

A vizsgált ion:	Extraháló szer:	A talaj – oldószer aránya:
Foszfor, nátrium, kálium	0,1 mol/dm <sup>3</sup> ammónium-laktát és 0,1 mol/dm <sup>3</sup> ecetsav	1:20
Mangán, réz, cink, ólom	0,05 mol/dm <sup>3</sup> EDTA-oldat	1:2
Nitrát, nitrit, szulfát, pH,	1 mol/dm <sup>3</sup> kálium-klorid	1:1,25
Klorid, kalcium	Desztillált víz	1:5



6. ábra. Laboratóriumi vizsgálatok extraháló készüléke a Soxhlet-extraktor

## LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

Pontos és mélyreható elemzést tesznek lehetővé – ez különösen a környezeti analitikában bír nagy jelentőséggel, hiszen egyes szennyező anyagok kis koncentrációban is igen káros hatással bírhatnak.

### - Szárazanyag-tartalom mérése

A talajvizsgálatokat legtöbbször légszáraz anyagra vonatkoztatják, de bizonyos esetekben szükséges a szárazanyag-tartalom pontos ismerete is, amelyet ismert tömegű talajminta 105 °C-on történő tömegállandóságig való szárításával lehet meghatározni.

Szükséges anyagok, eszközök: bemérőedény, analitikai mérleg, exszikkátor, szárítószekrény

A szárítás előtti és után tömegadatokból a szárazanyag-tartalom az alábbi képlettel számítható:

$$\text{Sz.a.}[\%] = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot 100, \text{ ahol:}$$

Sz.a. = szárazanyag-tartalom %-ban,

$m_2$  = bemérőedény + talajtömege szárítás után,

$m_1$  = bemérőedény + talaj tömege a szárítás előtt,

$m_0$  = az üres bemérőedény tömege

Az anyagok nem veszik fel a levegő nedvességtartalmát exszikkátorban tárolva.



7. ábra. Exszikkátor az anyagok "szárazon" tartására

- **Nedvességtartalom meghatározása**

Az előző vizsgálat adatait felhasználva, a szárazanyag-tartalomból a nedvesség tartalom számítható.

$$\text{Nedv.}\% = 100 - \text{Sz.a.}\%]$$

- **Szerves – szervesen alkotók meghatározása**

Az abszolút száraz talajminta meghatározott tömegét izzító tégelyben, 550 °C-on kiizzítva a szervesen és szervesen összetétel megadható. Az izzítás során a szerves alkotók elégnak, a szervesen pedig visszamaradnak.

$$\text{Szervesen.a.}\% = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot 100, \text{ ahol:}$$

Szervesena. = szervesanyag-tartalom %-ban,

$m_2$  = izzítótégely + talajtömege izzítás után,

$m_1$  = izzítótégely + talaj tömege az izzítás előtt,

$m_0$  = az üres, kiizzított tégely tömege

Szervesanyag % = 100-szervesena. %

- **Vízmegekötő képesség vizsgálata**

A növénytermesztésben különösen fontos ismerni az egyes talajok vízmegekötő képességét.

Szükséges eszközök: szűrőkarika, üvegtölcsér, vatta, mérőhenger, táramérleg, desztillált víz

Egy üvegtölcsér nyílásába laza vattacsomót helyeznek el, majd erre 100 g lemért talajt terítenek, és ráöntenek 100 cm<sup>3</sup> desztillált vizet. A lecsepegő víz térfogatának meghatározásából következtetni lehet a talaj vízmegekötő képességére.

- **Arany-féle kötöttségi szám meghatározása**

A  $K_A$  - Arany-féle kötöttségi szám, az a 100 g légszáraz talajra vonatkoztatott vízmennyiség, amelyet a talaj a képlékenység felső határán tartalmaz.

Szükséges eszközök: porcelántál, bunkós végű keverő, büretta

A vizsgált talajból kimérnek 100 g-ot, majd bürettából állandó keverés mellett addig adagolnak desztillált vizet, amíg a talaj eléri a képlékenység felső határát, vagyis talajpép lesz belőle.

A talajpép a fonalpróbát adja (a talajpépből hirtelen kirántott és vízszintesen tartott keverőn, és az edényben talajpépen keletkező talajkúp hegye lehajlik).



Értékelés:

- $K_A = 100 \cdot \frac{v}{m}$ , ahol:  
 $v$  = fogyott víz térfogata ml-ben,  
 $m$  = bemért talaj tömege g-ban

Az Arany-féle kötöttségi szám ismeretében következtetni lehet a fizikai talajféleségre, ezáltal a talaj művelhetőségére.

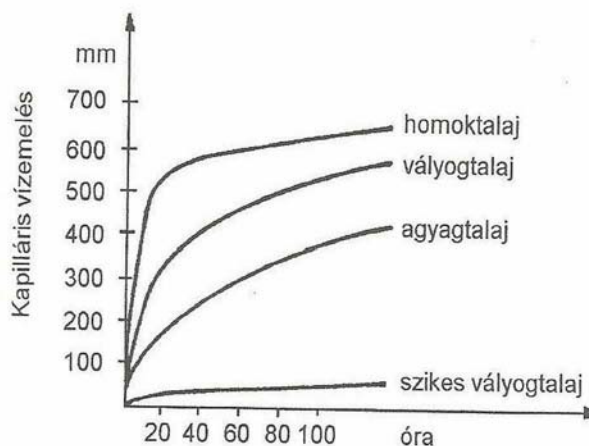
Fizikai talajféleség:	Arany-féle kötöttségi szám:
Durva homok	< 25
Homok	25 – 30
Homokos vályog	31 – 37
Vályog	38 – 42
Agyagos vályog	43 – 50
Agyag	51 – 60
Nehéz agyag	61 – 80

- **Kapilláris vízemelő képesség meghatározása**

**Kapilláris vízemelés** az a milliméterben kifejezett vízoszlopmagasság, amelyre az üvegcsőben levő légszáraz finom talaj a vizet kapilláris és hidratációs úton adott idő alatt felemeli.

Szükséges eszközök: állvány, talajminta, üvegcső, géz, gumigyűrű, főzőpohár

Egy üvegcsövet gézzel lezárnak, majd megtöltik légszáraz finom talajjal. Ezután állványba fogatják úgy, hogy az üvegcső vége 2 mm mélyen vízben álljon. A vízemelés magasságát meghatározott időközönként leolvassák, majd a kapott adatokból grafikont készítenek.



8. ábra. Különböző szemösszetételű talajok kapillaris vízemelésének időgörbéi

A különböző talajtípusok és a kapillaris vízemelés közötti kapcsolatot mutatja a következő táblázat:

Talajféleség:	Kapillaris vízemelés:
homok	> 300 mm
homokos vályog	250–300 mm
vályog	150–250 mm
agyagos vályog	75–150 mm
agyag	40–75 mm
nehéz agyag	> 40 mm

### A talaj kémiai tulajdonságainak vizsgálata

#### – A talaj kémhatásának vizsgálata

A talajok kémhatását számos tényező befolyásolja, de alapvetően a talajképződés során keletkező lúgos, illetve savas mállástermékek kimosódásának mértéke határozza meg.

A talajsavanyúság formái:

- Aktuális, vagy tényleges savanyúság,
- Rejtett, vagy potenciális savanyúság.

A tényleges savanyúság a talaj-szuszpenzió pH-ja (kémhatása), amely a hidrogén-ion aktivitás negatív kitevőjű logaritmusával egyenértékű.

A pH-értékek alapján a talajok a következőképpen osztályozhatók:

pH-tartományok:	Talaj kémhatása:
4,5 >	erősen savanyú
4,5 – 5,5	savanyú
5,5 – 6,8	gyengén savanyú
6,8 – 7,2	semleges
7,2 – 8,5	gyengén lúgos
8,5 – 9,0	lúgos
9,0 <	erősen lúgos

A talajok rejtett savanyúságát a kolloidok felületén megkötött hidrogén-ionok okozzák, amelyek bizonyos körülmények között aktuális savanyúsággá képesek alakulni, hidrolitos és kicserélődési savanyúság formájában.

- **Hidrolitos aciditás:**

Az a savmennyiség, amely akkor szabadul fel, ha 50 g talajt lúgosan hidrolizáló só oldatával reagáltatnak.

A savanyú kémhatású talajhoz kalcium-acetát oldatot adva, a talaj a kalciumot megköti, az acetát ionok pedig a hidrogénnel gyengén disszociáló ecetsavat képeznek, amely nátriumhidroxiddal – sav-bázis titrálással – mérhető. A mérőoldat fogyásából, a reakcióegyenlet alapján az eredmény kiszámolható.

A lejátszódó reakcióegyenletek:

- Ioncsere:  $(talaj)H_2 + Ca(CH_3COO)_2 = (talaj)Ca + 2CH_3COOH$
- Titrálás:  $2CH_3COOH + 2NaOH = 2CH_3COONa + 2H_2O$

Szükséges vegyszerek:

- 0,5 mol/dm<sup>3</sup>, kalcium-acetát oldat, 0,1 mol/dm<sup>3</sup>, nátriumhidroxid oldat, fenolftalein indikátor, talajminta, desztillált víz

Szükséges eszközök:

- főzőpohár, vegyszeres kanál, mérleg, rázó gép, Erlenmeyer-lombik, 25 cm<sup>3</sup> pipetta, buretta, atmoszférikus szűrőberendezés, analitikai szűrőpapír.

Vizsgálat menete:

A légszáraz talajmintából 40 g-ot bemérnek század pontossággal egy 250 cm<sup>3</sup> -es rázóedénybe, hozzáadnak mérőhengerrel 100 cm<sup>3</sup>, 0,5 mol/dm<sup>3</sup>-es kalcium-acetát oldatot. Ezután a szuszpenziót egy órán keresztül körforgó rázó gépen rázatják.

A vizsgálat a szűrlet adott térfogatából történik, fenolftalein indikátor mellett, ismert koncentrációjú nátrium-hidroxid mérőoldat hozzáadásával. A titrálásra fogott értékekből, a reakcióegyenlet alapján az alábbi képlettel a hidrolitos aciditás számolható, abban az esetben, ha a mérőoldat pontosan 0,1 mol/dm<sup>3</sup>.

$$y_1 = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot c_{\text{NaOH}}}{0,1} \cdot 2,5 [\text{cm}^3]$$

$y_1$  értéke az a hidrolitos aciditási érték, amely 50 g talaj, pontosan 0,1 mol/dm<sup>3</sup> nátrium-hidroxid oldattal mérhető savanyúságát adja.

#### - Kicserélődési aciditás

A potenciális aciditás azon része, amely akkor szabadul fel, ha a vizsgált talaj 50 g-ját semleges, 1,0 mol/dm<sup>3</sup> KCl-al reagáltatnak. A folyamat során a talaj hidrogén és alumínium ionjait a kálium felszabadítja, s azok nátrium-hidroxid mérőoldattal, fenolftalein indikátor mellett megtitrálhatók.

A számolás hasonló módon történik, mint az előzőekben. A kicserélődési aciditás értéke ( $y_2$ ) mindig alacsonyabb, mint a hidrolitos aciditása, mert a kalcium-ionok megkötődése a talajon mindig nagyobb értékű, mint a kálium-ionoké.

#### - Talaj karbonát-tartalmának meghatározása

A talajok mésztartalma a növények kalcium felvétele szempontjából, valamint a talaj szerkezete miatt fontos tényező. A CaCO<sub>3</sub>-tartalom kicsapódhat a talajlevegő szén-dioxidjának hatására, vagy kioldódhat a talajközetekből. A kalcium-tartalom meghatározza több létfontosságú elem beépülését. A savanyú talajokat meszezéssel javítják.

Gyors, közelítő meghatározás végezhető, ha a talajra kevés 10 %-os sósavat csepegtetnek, majd a pezsgés hevességéből következtetnek a karbonát-tartalom mértékére az alábbi táblázat segítségével:

A pezsgés mértéke:	A mésztartalom (%-ban):
nincs pezsgés	nincs
pezsgés nincs, de sercegés hallható	1% alatti
gyenge pezsgés	1-2
közepes pezsgés	2-5
erőteljes rövid pezsgés	5-10
erőteljes, tartós pezsgés	10% feletti

- A különböző erősségű pezsgés oka, a mésztartalomból felszabaduló szén-dioxid.
- Lejátszódó reakció:  $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Pontosabb eredmény kapható a következő eljárással segítségével

Szükséges anyagok, eszközök:



- talajminta, desztillált víz, 10 %-os sósavoldat, főzőpohár, kémcső, vegyszeres kanál, keverő bot, bemérőedény, mérőhenger, mérleg

Egy főzőpohárba bemérnek 10 g talajmintát, melléhelyeznek egy kémcsövet, amelybe 20 cm<sup>3</sup> 10 %-os sósavoldatot töltöttek. Ezután ismét lemérik az együttes tömegüket, majd ráöntik a talajra a sósavoldatot, és megvárják, hogy a pezsgés megszűnjön. Ezután újra lemérik a rendszert, és az eltávozott szén-dioxid alapján számolnak a karbonát-tartalomra, a lejátszódó reakcióegyenlet segítségével.

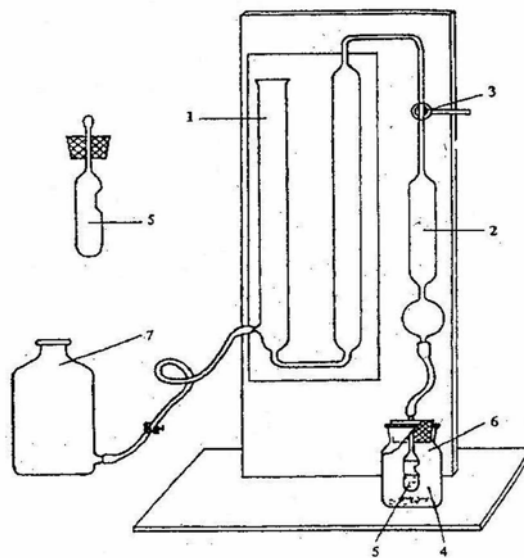
A számoláshoz alkalmazott képlet:

$$\text{karbonát-tartalom} = \frac{1000 \cdot A}{44}$$

ahol :  $A = \text{tömegkülönbség,}$

$M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g / mol}$

Hasonló elven működik a Scheibler-féle kalciméter.



9. ábra. A kalciméterrel a CaCO<sub>3</sub>-ban kifejezett összes karbonát-tartalom mérhető

1.) U alakú közlekedő cső; 2.) zárt üvegcső; 3.) háromfuratú csap; 4.) reakciótér; 5.) savtartó csövecske; 6.) reakcióedény; 7.) szintező palack

- **Humusztartalom meghatározása**

Szükséges eszközök, anyagok:

- 2%-os ammónium-hidroxid, kémcső, szűrőállvány, tölcsér, szűrőpapír,

A talajmintát elporítják, majd egy kémcsőbe rétegezik, kb. 2 cm magasságban. Ezután annyi 2%-os ammónium-hidroxidot öntenek rá, hogy az oszlop magassága elérje a 8 cm-t. A kémcső tartalmát jól összerázva, leszűrve, a szűrlet színe alapján a humusztartalom meghatározható az alábbiak szerint:

Ha a szűrlet színe:

- sötét: sok a nyershumusz tartalom
- világossárga: nagy a szelíd humusz tartalom
- **Humuszforma meghatározása mikroszkópos vizsgálat során**

Szükséges eszközök:

- vizes glicerint, tárgylemez, fedőlemez, fénymikroszkóp

A humuszrétegből vett minta anyagát kevés vízben szétoszlatják, majd egy vékony réteget tárgylemezre helyeznek, vizes glicerint cseppentenek rá, fedőlemezrel lefedik, majd fénymikroszkóppal vizsgálják.



10. ábra. Mikroszkópos vizsgálat

Az értékelés a következő táblázat alapján történik:

Humuszforma	Jellemzői
mull vagy televény	a növényi részek szerkezete már nem ismerhető fel, aprómorzsa szerkezetű, laza, a vizet és a levegőt jól átveszti
móder vagy korhany	felaprózódott növényi részekből áll, kémhatása gyengén savanyú
mor vagy száraztőzeg	a növényi részek vastag takarót képeznek, kémhatása erősen savanyú

– **Humusztartalom vizsgálat Tyurin–szerint**

A talaj szervesanyag-tartalmát krómsavas oxidáció után, a visszamaradt krómsav visszamérésével a fogyott oxidálószerrel egyenértékű szerves széntartalom kiszámolható.

A talajminta előkészítése nagy pontosságot igényel. A szárított, és porított mintát 1 mm-es szitán átszitálják, majd el kell távolítani a növényi maradványokat, gyökereket. Ezután kálium–dikromátos roncsolásnak vetik alá, majd az el nem roncsolódott segéd mérőoldatot megtrájják kénsavas difenil–amin indikátor mellett, Mohr–sóval. A kapott értékekből a sztöchiometria szabályai szerint, azaz a lejátszódó reakció, valamint a kapott mérési eredmények alapján számolnak a humusztartalomra.

*A módszer gyorsabb és pontosabb, mint a permanganátos eljárás. 12–15 % humusztartalom felett a Tyurin–módszer helyett az izzításos szervesanyag–meghatározást lehet alkalmazni.*

*A szerves anyag tartalom állandóan változik, egyrészt állandóan a bomlástermékek révén növekszik a mennyiségük, másrészt a humuszanyagok ásványosodása révén pedig állandóan csökken. A folyamat "főszereplői" a mikroszervezetek.*

*A mérsékelt égöv talajaiban 2–5 % humusz található. Egyes homoktalajokban 1 % körüli, a réti és láptalajokban 5 % feletti, esetenként lehet 20 % is*

– **Talajok ásványianyag–tartalmának vizsgálata**

A legtöbbször talajkivonatokból dolgoznak. A vizes kivonatok elemzésével a talaj folyadékfázisának összetétele, a sókoncentrációja és az ionösszetétele ismerhető meg. A talajok vízben oldható összes sótartalmának vizsgálata történhet elektromos vezetőképesség–mérővel.

Szükséges eszközök, anyagok:

- Konduktométer, talajkivonat

A vizsgálathoz használható vizes talajkivonat, de a kötöttségi szám során kapott talajpépet használva pontosabb eredmény kapható.

A műszerről leolvasott vezetőképességi értékből az alábbi táblázat<sup>4</sup> segítségével az összes sótartalom megadható.

Elektromos vezetőképesség: ( $\mu\text{S}$ )	Összes sótartalom (%)		
	15 °C-on	20 °C-on	25 °C-on
1,5	0,032	0,020	
1,6	0,041	0,027	

<sup>4</sup> A teljes táblázat megtalálható: környezetvédelmi vizsgálatok II. 34–36. oldal

1,7	0,049	0,035	0,021
1,8	0,056	0,042	0,027
1,9	0,062	0,048	

Az egyes elemek mérésére alkalmazható a gyorsesztes, a klasszikus analitika gravimetriás, titrimetriás, valamint a műszeres elemzéseken alapuló spektroszkópai vizsgálatok.

– **Szulfátion meghatározása WINDAUS mérőbőrönddel**

Szükséges anyagok, eszközök:

- Reagensek, talajkivonat, fotométer, kalibrációs grafikon

A talajkivonat ismert térfogatát a szükséges reagensekkel hozzák kapcsolatba, majd meghatározott idő után fotométerrel mérik az oldat fényelnyelő képességét.

A kapott abszorbancia érték (fényelnyelés mértéke) alapján grafikonról olvassák le a talajminta szulfátion-tartalmát.

– **Vasion-tartalom mérés komplexometriás titrálással**

Szükséges vegyszerek:

- KOH, 96 %-os etil-alkohol, 38 %-os HCl, 1:4 HCl, 3 %-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

**Előkészítés:**

A finomra porított, légszáraz talajt 0,09 mm lyukbőségű szitán átszitálják. Kb. 1 g-ot platina csészébe mérnek. A mintát 8–10 cm<sup>3</sup> etil-alkohollal megnedvesítik. Hozzáadnak 10 g szemcsés KOH-t, majd az alkoholt meggyújtják. Az alkohol elégeése után a mintát gázláng fölött megolvasztják.

*A művelet veszélyes! Kifröccsenhet az anyag!*

A feltárás után ( a pezsgés megszűnte, 5–6 perc) a megdermedt óvatosan hideg vízbe mártják. A megrepedezett ömledéket desztillált vízzel maradék nélkül átvizik egy 400 cm<sup>3</sup>-es főzőpohárba, és desztillált vízzel hígítják.

Az eszközöket meleg (40–50 °C) 1:4 hígítású sósavval átmosják. Óvatosan tömény sósavat kevernek hozzá, savas pH eléréséig. Ekkor rendszerint kristálytiszta oldatot kapnak. Az elkészített oldatot mérőlombikba, ionmentes vízzel pontosan 250 cm<sup>3</sup>-re töltik.

*A talaj színe a feltárás során kezdetbe zöldes-sárga, majd a feltárás végén mélyzöld színű.*

*Feltárás során az anyagokat vízmentes, vagy kis víztartalmú reagensekkel olvasztják össze, hogy oldhatóvá váljanak.*



### A talajminta vasion-tartalmának meghatározása komplexometriás titrálással

A sósavas oldat pH-ját beállítva a képződött színes vas-komplex EDTA mérőoldattal meghatározható. A módszer alkalmazható ásványi anyagok, bauxit, talajminták vastartalmának meghatározására.

Az elkészített törzsoldatból 20 cm<sup>3</sup>-t Erlenmeyer-lombikba pipettáznak. Hozzáadnak 2 cm<sup>3</sup> 1:1 hígítású sósavoldatot. Hígítják kb. 100 cm<sup>3</sup>-re. Hozzáadnak 5 cm<sup>3</sup> tömény ecetsavoldatot. Ezután, óvatosan, csepegtetve 1:1 hígítású NH<sub>4</sub>OH-oldatot adnak hozzá, éppen vörösbarna színig. A pH-ját indikátor papírral ellenőrzik. (Lúgos legyen!)

Felmelegítik 60 – 80 °C-ra és adnak hozzá 10 cm<sup>3</sup> 10 %-os szulfo-szalicilsav indikátort.

A titrálást 0,1 mol/dm<sup>3</sup>-es EDTA mérőoldattal a vörös szín eltűnéséig végzik. A megtitrált oldat: sárga színű.

*Figyelem! A végpont közelében lassan, alapos elegyítéssel történik a titrálás!*

### ÖSSZEFOGLALÁS

A talaj mint környezeti elem a bioszféra nélkülözhetetlen alkotója. Ugyanolyan létfontossággal bír életünkben mint a levegő vagy a víz, és ugyan olyan gondossággal kellene bánnunk vele is, hiszen a több milliárdnyi földlakónak egyre kisebb méretű "cipő" jut. Egyre inkább fontossá válik tisztában lenni a talajok összetételével, szerkezetével, és terhelhetőségüknek határaival, hiszen a sokrétű és szerteágazó igénybevétel, mint a mezőgazdasági és ipari tevékenységek mellett, kell, hogy jusson belőle a Föld minden élőlényének is.

A talajok megismerésre szolgáló vizsgálati módszerek széles skálán mozognak, az egyszerű kimutatási reakcióktól a teljes körű elemanalízisig terjednek. Az elemzések jelentős szerepet töltenek be a talajszennyezők felderítésében és a hatékony védelem elsősegítésében.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

### 1. feladat

Egy megüresedett laktanyát lakóteleppé akarnak átalakítani. Ön, mint környezetvédelmi szakember azt a feladatot kapta, hogy vizsgálja meg az üzemanyag tároló talajának minőségét, ólom szennyeződésre.

**a.) Húzza alá az alább felsorolt módszerek közül a legfontosabb eljárást!**

- Gyorstesztés meghatározás
- Atomabszorpciós spektrofotométer
- Gravimetriás mérés ólom-szulfát alakban

- Kvalitatív beazonosítás ólomszulfid alakjában
- Meghatározás Windaus mérőbőröddel

**b.) Tegye helyes sorrendbe a minta-előkészítés lépéseit az atomabszorpciós vizsgálathoz!**

- negyedelés,
- homogenizálás, aprítás
- szárítás,
- talajkivonat-készítés,
- bemérés
- szűrés,
- pontos térfogatú oldatkészítés

**c.) A mérést kalibrációs módszerrel végzi. Számolja ki a vizsgálathoz szükséges oldatmennyiséget a három tagú kalibrációs sorozathoz, az alábbiak figyelembevételével!**

- az oldatok koncentrációja: 5,0; 7,5; 10; mg/dm<sup>3</sup>;
- az oldatok térfogata 100 cm<sup>3</sup> legyen!
- A kiindulási törzsoldat ólomra vonatkoztatott koncentrációja: 1 g/dm<sup>3</sup>

Számolás:

**d.) Magyarázza, milyen törvényszerűségeken alapul az atomabszorpciós vizsgálat! Írja fel a fizikai összefüggést is!**

*A feladat sikeres megoldásához olvassa el a: [www.ttk.pte.hu/fizkem/korny-gyakpdf/8gyak.pdf](http://www.ttk.pte.hu/fizkem/korny-gyakpdf/8gyak.pdf) internetcím alatt leírtakat!*

Az atomabszorpciós eljárások fizikai törvényszerűsége: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Megoldások

a.)

- Gyorstesztetes meghatározás
- Atomabszorpciós spektrofotométer
- Gravimetriás mérés ólom-szulfát alakban
- Kvalitatív beazonosítás ólom-szulfid alakjában
- Meghatározás Windaus mérőbőröddel

b.) A helyes sorrend a következő:

1. negyedelés
2. szárítás
3. homogenizálás, aprítás
4. bemérés
5. talajkivonat-készítés
6. szűrés
7. pontos térfogatú oldatkészítés

c.)

Az  $1 \text{ g(Pb)/dm}^3 \rightarrow 1000 \text{ cm}^3$  oldatban van  $1 \text{ g Pb}$

$\frac{1 \text{ cm}^3 \text{ - ben}}{\quad \quad \quad} \quad \quad \quad x \text{ g Pb van}$

$$x = \frac{1}{1000} \cdot 1 \rightarrow 1 \text{ mg/cm}^3 \text{ Pb (ólom)}$$

$1 \text{ cm}^3$  oldatot feltöltve  $1000 \text{ cm}^3$  - re =  $1 \text{ mg/dm}^3$  lesz az oldat

$100 \text{ cm}^3$   $5 \text{ mg/dm}^3$  - es taghoz a bemérés :  $0,5 \text{ cm}^3$

$100 \text{ cm}^3$   $7,5 \text{ mg/dm}^3$  - es taghoz a bemérés.  $0,75 \text{ cm}^3$

$100 \text{ cm}^3$   $10,0 \text{ mg/dm}^3$  - es taghoz a bemérés :  $1,0 \text{ cm}^3$

d.)

Az atomabszorpciós eljárásokra, mint a spektroszkópiai vizsgálatokra érvényes a **Bouguet-Lambert-Beer-féle törvény**, amely szerint az anyagok fényelnyelő képessége (abszorbanciája) egyenesen arányos a koncentrációjukkal.

- A törvényszerűséget leíró képlet:

$$A = \frac{\lg I_0}{I} \cdot \varepsilon \cdot c \cdot l$$

A jelölések értelmezése:

- $A$  = abszorbancia (az anyag fényelnyelő képessége)
- $I_0$  = A bemenő fény intenzitása
- $I$  = Az átmenő fény intenzitása
- $\varepsilon$  = moláris abszorpciós együttható
- $c$  = az oldat koncentrációja
- $l$  = az oldat rétegvastagsága

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Ismertesse a talajok kialakulásának lépéseit, valamint a folyamatokat befolyásoló tényezőket!

MUNKAMINTA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 2. feladat

A vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy a talajszemcsékhez főként nátrium-ionok kapcsolódtak, minek következtében a talaj szárazon tömött, összeáll, rosszul szellőző nedvességre folyós. Milyen talajokra jellemző ez, mit javasol talajjavításként?

MUNKAMINTA

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**3. feladat**

Talajminták szervesanyag-tartalmát akarják meghatározni. Ismertesse, hogy milyen minta-előkészítési eljárásokat kell elvégezni a mérés előtt!

---



---



---



---



---

**4. feladat**

A talajkötő elemek vizsgálatához többnyire talajkivonatot készítenek. Töltse ki az alábbi táblázat hiányzó részeit a megfelelő fogalmakkal!

A vizsgált ion:	Extraháló szer:	A talaj – oldószer aránya:
	0,1 mol/dm <sup>3</sup> ammónium-laktát és 0,1 mol/dm <sup>3</sup> ecetsav	1:20
Mangán, réz, cink		1:2
	1 mol/dm <sup>3</sup> kálium-klorid	1:1,25
Klorid, kalcium	Desztillált víz	

**5. feladat**

A talajminta szárazanyag-tartalmának laboratóriumi vizsgálatkor a következő eredményeket kapták:

- Bemérő edény tömege: 27,30 g
- Bemérő edény + talaj tömege: 32,12 g
- Kiszáritott talaj tömege: 3,92 g

Határozza meg a talajminta szárazanyag-tartalmát, valamint a nedvességtartalmát!

---



---



---



---



---



**6. feladat**

Különböző talajokon végezték el az Arany-féle kötöttségi szám meghatározását. Egy-egy méréshez a talajmintákból 50–50 g-ot mértek be. A vizsgálatra a következő vízmennyiségek fogytak:

- 1. minta: 13,2 cm<sup>3</sup>
- 2. minta: 20,1 cm<sup>3</sup>
- 3. minta: 35,2 cm<sup>3</sup>

a.) Definiálja az Arany-féle kötöttségi szám fogalmát!

b.) Számítsa ki az Arany-féle kötöttségi szám értékeit az egyes talajminták esetében!

c.) Határozza meg a kapott segédlet és az eredmények alapján a talaj fizikai féleségét!

Segédlet:

A talaj fizikai félesége:	Arany-féle kötöttségi szám: (K <sub>A</sub> )
durva homok	25 >
homok	25 – 30
homokos vályog	30 – 37
vályog	37 – 42
agyagos vályog	42 – 50
agyag	50 <

**7. feladat**

Egy homok, egy vályog, illetve egy agyagminta higroszkóposságának meghatározásakor a következő mérési adatok születtek:

Minta	Bemérés	Vákuum- exszikkátorban történő szárítás utáni tömeg:	Szárítószekrényben való szárítás utáni tömeg:
homok	6,0000	5,9575	5,7082
vályog	6,0000	5,8211	5,4112
agyag	6,0000	5,7984	5,2334

Számítsa ki az egyes minták higroszkóposságát, valamint a nedvességtartalmát!

MUNKANYELV

**8. feladat**

Egy talajminta hirolitos aciditásának meghatározása a cél. A kimért talajmintát egy órán át tartó kalcium-acetát-oldattal történő rázatás után vizsgáltuk a leírás szerint.

Pontosan 40 g talajmintát rázattunk 100 cm<sup>3</sup> kalcium-acetát-oldatban. A szűrletből háromszor 25 cm<sup>3</sup>-t vetünk ki, és nátrium-hidroxiddal segítségével határoztuk meg a talaj hidrolitos aciditását. A fogyások 2,5; 2,4; 2,5 cm<sup>3</sup> voltak, a NaOH koncentrációja 0,0986 mól/dm<sup>3</sup>. Mennyi a talajminta hidrolitos aciditása?

Írja fel az aktuális reakcióegyenleteket is!

MUNKANYAG

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat

A talajok kialakulása három lépcsőben történik:

- Az elsőben a kőzetek fizikai aprózódása játszódik le.
- A másodikban a kőzetrészek között kémiai kötések, átalakulások történnek, kialakul az agyag ásvány.
- A harmadik lépcsőben a mikroorganizmusok segítségével létrejön az agyag-humusz kolloid rendszer.

A folyamat befolyásoló tényezői:

- Éghajlati tényezők (időjárás, szél, eső, hőmérsékletingadozás)
- Domborzati viszonyok (mélyedések, magaslatok eltérő hőmérsékleti viszonyai)
- Földtani tényezők (kéregmozgások, kőzetek összetétele, talajvízviszonyok)
- Biológiai tényezők (mikroorganizmusok, növényzet)

### 2. feladat

- Az ilyen tulajdonságokkal bíró talajok a: **savanyú talajok**.
- Talajjavításként alkalmazható a **meszezés**, amikor kalcium-tartalmú vegyületeket visznek be a talajba.

### 3. feladat

Minta-előkészítés lépései:

- mintavétel
- negyedelés
- aprítás, homogenizálás
- bemérés
- szárazanyag-tartalom meghatározás 105 °C-on
- A szervesanyag-tartalom vizsgálat kiindulási anyaga a 105 °C-on kiszáritott talaj lesz.

### 4. feladat

A vizsgált ion:	Extraháló szer:	A talaj – oldószer aránya:
Foszfor, nátrium, kálium	0,1 mol/dm <sup>3</sup> ammónium-laktát és 0,1 mol/dm <sup>3</sup> ecetsav	1:20
Mangán, réz, cink	0,05 mol/dm <sup>3</sup> EDTA-oldat	1:2
Nitrát, nitrit, szulfát, pH,	1 mol/dm <sup>3</sup> kálium-klorid	1:1,25
Klorid, kalcium	Desztillált víz	1:5

**5. feladat**

Bemért talaj tömege:  $32,12 \text{ g} - 27,30 \text{ g} = 4,82 \text{ g}$

$$\text{Sz. a. \%} = \frac{3,92 \text{ g}}{4,82 \text{ g}} \cdot 100$$

$$\text{Sz. a. \%} = 81,34 \%$$

Nedvességtartalom:  $100\% - 81,34\% = 18,66\%$

**6. feladat**

a.) Az Arany-féle kötöttségi szám az a 100 g légszáraz talajra vonatkoztatott vízmennyiség, amelyet a talaj a képlékenység felső határán tartalmaz.

b.) az egyes minták kötöttségi száma:

$$1. \text{ minta: } K_A = 100 \cdot \frac{14,5 \text{ cm}^3}{50 \text{ g}} = 29,00\%$$

$$2. \text{ minta: } K_A = \frac{24,3 \text{ cm}^3}{50,0 \text{ g}} = 48,60\%$$

$$3. \text{ minta: } K_A = \frac{30,4 \text{ cm}^3}{50,0 \text{ g}} = 60,8\%$$

c.) A talajok fizikai félesége:

1. minta: **homok**

2. minta: **agyagos vályog**

3. minta: **agyag**

**7. feladat**

A higroszkópos víz tömege:

- Homok:  $6,0000 - 5,9575 = 0,0425 \text{ g}$
- Vályog:  $6,0000 - 5,8211 = 0,1789 \text{ g}$
- Agyag:  $6,000 - 5,7984 = 0,2016 \text{ g}$

A higroszkóposság számolása:

$$\text{Homok: } h_y = \frac{0,0425}{5,7082} \cdot 100 = 0,745\%$$

$$\text{Vályog: } h_y = \frac{0,1789}{5,8211} \cdot 100 = 3,3\%$$

$$\text{Agyag: } h_y = \frac{0,2016}{5,2334} \cdot 100 = 4,8\%$$

A nedvességtartalom meghatározása:

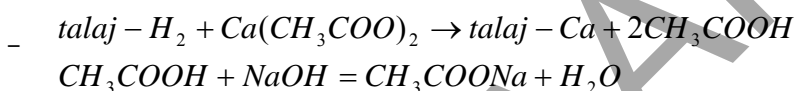
$$\text{Homok: } \text{nedv \%} = \frac{6,0000 - 5,7082}{6,000} \cdot 100 = 4,86\%$$

$$\text{Vályog: } \text{nedv \%} = \frac{6,0000 - 5,4112}{6,000} \cdot 100 = 9,81\%$$

$$\text{Agyag: } \text{nedv \%} = \frac{6,0000 - 5,2334}{6,000} \cdot 100 = 19,4\%$$

## 8. feladat

A reakcióegyenletek:



A fogyasztások átlaga  $2,466 \text{ cm}^3 = 0,002466 \text{ dm}^3$

A  $25 \text{ cm}^3$  szűrletre fogyott NaOH megfelel  $\frac{40}{4} = 10 \text{ g}$  talajmintából felszabadult savnak. A hidrolitos aciditás megadásához viszont  $50 \text{ g}$  talajmintából felszabaduló sav semlegesítéséhez szükséges NaOH mennyiségét kell kiszámítani:

$$V = 5 \cdot 2,466 \text{ cm}^3 = 12,33 \text{ cm}^3 \text{ NaOH}$$

Ezt még át kell számolni  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú NaOH oldatra:

$$V_1 \cdot c_1 = V_2 \cdot c_2$$

$$V = \frac{0,0966 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01233}{0,1 \text{ mol/dm}^3} = 0,0119 \text{ mol/dm}^3$$

Ezt  $\text{cm}^3$ -be átszámolva, a hidrolitos aciditás értéke:

$$\text{hidrolitos aciditás } (y_1) = 11,9$$



## IRODALOMJEGYZÉK

Búzás István: Talaj és agrokémiai vizsgálati módszerkönyv 2., Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, 1988.

Lévai Tibor: Analitika I., Környezetvédelmi Minisztérium, 2000.

Mathis Wackernagel – William Rees : Ökológiai lábnyomunk, Föld Napja alapítvány kiadó, 2006.

Móser Miklós–Pálmai György: A környezetvédelem alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1992.

Stefanovits Pál – Filep György – Füleky György: Talajtan, Mezőgazda Kiadó, 1999.

### AJÁNLOTT IRODALOM

Mathis Wackernagel – William Rees : Ökológiai lábnyomunk, Föld Napja alapítvány kiadó, 2006.

[www.ttk.pte.hu/fizkem/korny-gyakpdf/8gyak.pdf](http://www.ttk.pte.hu/fizkem/korny-gyakpdf/8gyak.pdf)

A(z) 1214-06 modul 033-as szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 850 01 0010 54 01	Energetikai környezetvédő
54 850 01 0010 54 02	Hulladékgazdálkodó
54 850 01 0010 54 03	Környezetvédelmi berendezés üzemeltetője
54 850 01 0010 54 04	Környezetvédelmi mérés technikus
54 850 01 0010 54 05	Nukleáris energetikus
54 850 01 0010 54 06	Vízgazdálkodó
54 850 02 0000 00 00	Természet- és környezetvédelmi technikus
54 851 01 0000 00 00	Települési környezetvédelmi technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

50 óra

MUNKANYELV

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet

1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:

Nagy László főigazgató