

Halbritter András

Nehezet könnyen: a talaj szemléltetése a fenntarthatóságra nevelésben

A talaj Magyarország egyik legfontosabb természeti erőforrása. A jó minőségű víz és élelmiszer, az egészséges környezet mind-mind elképzelhetetlen a talaj nélkül. Nemcsak a mezőgazdaságban fontos a talaj jelentőségét, a talajt fenyegető veszélyeket és a talajvédelem módjait tanítani, hanem mindenkinél, akitől elvárjuk, hogy közügyeinkhez a fenntarthatóság követelményével álljon hozzá. A talaj a természet nehezebben bemutatható része, az iskolában, a médiában nehéz az érdeklődést felkeltve, fenntartva beszélni róla. Munkámban olyan talajtani vizsgálatokat gyűjtöttem össze, melyek tág korosztályi határok között érthetően mutatnak be környezetvédelmi jelentőségű talajtani jelenségeket, illusztrálnak fenntarthatósági problémákat, különösebb előképzettség, eszköz- és anyagigény nélkül.

A TALAJ MINT KÖRNYEZETI ELEM SZEREPELTETÉSE A FENNTARTHATÓSÁGRA NEVELÉSBEN

A környezeti fenntarthatósággal, helyesebben fenntarthatatlansággal az emberiség valószínűleg a talaj kapcsán szembesült először. A nagy ókori kultúrák összeomlását több esetben is a talaj, és azon keresztül az élelmezés tönkremenetele (elsivatagosodás, szikesedés, szárazodás) okozta. Egyiptom déli része, Szudán elsivatagosodott, Mezopotámia pedig a kiterjedt és hosszú távon folytatott öntözés következtében szikesedett el.¹ Az antik Görögország és Róma hegyoldalairól kiirtott erdők helyét az erózió tette sziklás-köves kopárrá. A Maja birodalom erdőirtásai, vízrendezései a mikroklíma és a talajok szárazodását okozták, hozzájárulva a belháborúk kirobbanásához. A fenntartható fejlődés lehetőségét ma is súlyosan veszélyezteti a nem fenntartható talajhasználat. Az Európai Unió Talajvédelmi Stratégiája (CEC 2006) szerint az európai talajokat nyolc fő talajpusztulási folyamat veszélyezteti: az erózió, a szervesanyag csökkenése, (pontoszerű és diffúz) talajszennyezés, szikesedés, talajtömörödés és szerkezetleromlás, a biodiverzitás csökkenése, talajfedés, valamint a különböző hidrológiai kockázatok (árvíz, belvíz, csuszamlás). E folyamatok hazai viszonyaink közt is jelentős hatásúak (STEFANOVITS – MICHÉLI 2005).

¹ Az árpa magasabb sókoncentrációt tűr a talajban, mint a búza. A mezopotámiai kultúra leleteiből nyomon követhető, mint szorult vissza először a búza, majd aztán az árpa is.

Számtalan más aktuális problémánk előidézésében, illetve megoldásban jut szerep a talajoknak: ilyen az ételmeztartékonyság (gondoljunk csak a talajhasználatig menő „fork to farm”² nyomonkövetésre), a klímaváltozás (talajokból kibocsátott, ill. elnyelhető üvegházhatású gázok), az élővizek minősége (talajvíz; mezőgazdasági eredetű szennyezések), a demográfia ellenkező előjelű folyamatai (ételmeztartékonyság a harmadik világban, illetve elhagyott-felhagyott területek kezelése Európában). Környezeti problémáink legtöbbször az anyagkörforgalmak, ún. biogeokémiai ciklusok változ(tat)ásaiból fakad. Ennek fényében teszi-téteti fel a kérdést Kacsur István (1987) az ökológiai rendszerek védelmének didaktikáját tárgyalva: „Lehet-e egymástól függetlenül védeni levegőt, vizet és talajt?”

Magyarországon a talaj mindig is kiemelt értéknek számított, és – legalább elméletben – így van ez ma is. Várallyay György szerint „Magyarország legfontosabb – feltételesen megújuló (megújítható) – természeti erőforrása a talaj.” Hazánkban ezért a fenntartható fejlődés egyik alapeleme talajkészleteink ésszerű hasznosítása, védelme, minőségének megóvása, szükséges esetben javítása, sokoldalú funkcióképességének fenntartása. Ez mezőgazdaságunk és környezetvédelmünk egyik legfontosabb közös feladata, amely az állam, a földtulajdonos és a földhasználó, valamint az egész társadalom részéről megkülönböztetett figyelmet igényel, átgondolt és összehangolt intézkedéseket tesz szükségessé” (JUHÁSZ 2008).

Nem túlzás, ha a talajhoz való viszonyban példaként a rajnai borvidék vincellérjét állítanánk, aki a hátán puttonyban hordta vissza a meredek lejtőn lehordott földet. Ha egyszer a városi ember sem a kukába dobja az elhasználdott virágföldet, hanem kiönti a bokrok alá, már nem fenyegetné annyi veszély talajainkat. Nem a virágföld mennyisége, hanem a szemlélet miatt. Ilyen attitűdök kialakítása is a fenntarthatóságra nevelés feladata (JUHÁSZ – NAGY 1993; VÁSÁRHELYI – VICTOR 2005). A nevelés fontos része a fenntarthatóság természettudományos ismereteinek átadása. Németh László (1979) szerint „a pedagógiának egyik legfontosabb feladata a közös törzsműveltség kialakítása”. „Kanonizálni”, az általános műveltség elvárt részévé kell tenni a talajokat veszélyeztető folyamatokat, és nem keverheti többé össze egyetlen értelmiségi (sem) a komposztálható és a kommunális hulladékokat, ahogy az üvegházhatás és az ózonlyuk fogalmait sem.

A talaj megismerésével kapcsolatban nem hagyhatók figyelmen kívül olyan (vész) forgatókönyvek sem, mint amik például a fosszilis energiahordozók kimerülése és drámai drágulása következtében valószínűsíthető helyzetre vonatkoznak. A jelenlegi pénzügyi válság nyomán máris megfigyelhető, hogy többen újra művelésbe vonták a parlagon lévő kiskerteket, és a kiskerti vetőmag-forgalmazás is növekedett. A szállítási költségek és a munkanélküliség várható növekedésével újra megnőhet a háztáji szerepe. Fel kell-e készíteni erre a felnövekvő nemzedéket, akár alapvető és gyakorlatias talajtani ismeretek átadásával, az iskolakert hagyományainak újraélesztésével? A környezeti oktatás fő megoldatlan kérdései közt említi David W. Orr (2010), hogy a helyi önellátás szükségessé válása esetén „hogyan illesszük be a gyakorlati készségeket a modern tantervbe?”.

2 Angol kifejezés: az (étkezési) villától a farmig.

A TALAJTANI SZEMLÉLTETÉS SEGÉDANYAGAI

Az általános és középiskolai oktatásban a talaj a környezetismeret, (természet- és gazdaság), földrajz, biológia, kémia és komplex természetismeret tárgyak tematikájában kerülhet elő, amelyek oktatásában a szemléltetés, kísérletezés igen fontos és hatékony eszköz. A talaj nem tartozik az „érdekes” témák sorába, és a pedagógus is más, látványosabbnak tartott témáknál szemléltet gyakrabban. A „Földrajztanítás módszertana” (FEHÉR 1980) a szemléltetésnél kiváló példákat hoz a környezeti elemek közül a levegő és a víz vizsgálata, a földkéregére; csak épp utóbbi legfelső, termékeny rétegeről esik kevés szó.³

A Sulinet Digitális Tudásbázis rendszerén (www.sulinet.hu/tart/kat/Se) is szórványosan fellelhetők és letölthetők⁴ talajjal kapcsolatos segédanyagok. Az itt olvasható kísérletek egy része igazi negatív példa a kísérletezés, szemléltetés oktatási segédanyaggal való támogatására. Például a „Kötöttség mérése laboratóriumban” leírása⁵ nem kellően részletezett (háttértudás nélkül nem reprodukálható), és semmiképpen sem kísérletezésre csábító. Nincsenek megadva szempontok, kérdések sem, amire például Makádi (2009) ad kiváló példát a kompetencia alapú pedagógia aktív megismerési módszereinél ismertetett vizsgálódási feladatleírásánál. Kérdéssora didaktikus logikai ívet ír le a talajvízszennyezési kísérlet megfigyelése és a veszélyes anyagok tárolásának veszélyei között, majd ismerteti a feladat során elvárható teljesítményt is. A Sulinet „A kalcium-karbonát-tartalom meghatározása terepi körülmények között” írása reprodukálható, de hiányzik a kitekintés: se kérdés, se didaktikai segédlet, sem egy szó a vizsgálat jelenségéről (utóbbi a Sulinet más oldalain találni). Hol van ez a digitális korszak előtti *Kémiai kísérletek* (BALÁZS, 1986) című könyv színvonalától, ahol *Az ezerarcú kalcium-karbonát* kimutatásának kísérleteinél a cseppkőbarlangoktól a csonton és tojáshéjon át az építőiparig pezseg a mész és a Valóság. A környezeti nevelés tankönyveiben, segédanyagaiban, útmutatóiban rendre szerepelnek talajtani vizsgálatok, például Vargáné Biharvári Gabriella óvodásoknak összeállított gyűjteményétől (1995) Kropog Erzsébet útmutatóján (2000) át Nádai Magda olvasókönyvéig (1997), ahol a szerző ötödikestől a gimnazistán át a főiskolás hallgatóig együtt „bóklásztatja” környezetbarát hőseit. E könyvekben a sok és jól megírt talajtani ismertető ellenére is megfigyelhető, hogy a környezeti elemek közül a víz és a levegő tárgyalása lényegesen terjedelmesebb, mint a talajé.

Ez az aránytalanság megfigyelhető abban is, hogy a vízvédelemről, vízvizsgálatokról, vízi élőlényekről számtalan, és jobbnál jobb könyv készült (például KRISKA 2003; KRISKA ET AL. 2002); addig kizárólag a talajnak szentelt ismeretterjesztő mű csak mutatóban van,

3 „Szerezzük be a Tanszerértékesítő Vállalatnál kapható talajminta-gyűjteményt, és használjuk fel szemléltetésre minden indokolt esetben.” 99. o.

4 Annak, aki győzi kívánni. A Sulinet letöltési sebessége és információtartalma már nem felel meg az elvárhatónak, bár a 2009-ben elnyert Magyar Termék Nagydíj az ellenkezőjét sejteti.

5 „A talajtani laboratóriumi vizsgálathoz előkészített talajból mérjen ki 100 grammot, majd bürettából engedjen rá annyi desztillált vizet, amíg a fonálpróbát adja! Olvassa le, hogy mennyi víz fogyott! Az így kapott érték a talaj kötöttsége.”

mint *Fülek Györgyné* (1988), vagy *Bakonyi* és munkatársainak (1991) a talaj élővilágát bemutató könyve. Mindkettő tartalmilag és didaktikailag is kiváló mű, máig tág korosztályi határok között is megállja helyét. Az erdei iskolai segédanyagok közül említendő *Nádai Magda* (2004) *Erdei számos-képes* könyve, amely boncolgatja a talajok fenntarthatósági problémáit is (pl. erózió) – a számok nyelvén.

Az internetet böngészve úgy tűnik, az angol és német nyelvterületen is a víz a leggyakrabban tárgyalt elem. A Google (www.google.hu) a környezeti nevelés kifejezés mellett hasonló mennyiségben adott találatokat a talaj és a levegő elemekre a magyar, az angol és a német nyelvterületről, de a vízre adott találatok száma nagyjából annyi, mint a két másik elemé együtt (1. táblázat). Hozzá kell tenni persze, hogy a vizekről sokfelét lehet a talaj nélkül is tanítani, de fordítva ez nem igaz. Az így is nagyszámú külföldi, talajjal foglalkozó környezeti nevelési honlapok között jobbnál jobbakat találni.⁶

1. táblázat: Google-találatok száma különböző környezeti elemekre a környezeti neveléssel összefüggésben.

Környezeti nevelés	Találatok száma (2011.01.10.)		
	magyarul	angolul ⁷	németül ⁸
Talaj	5 080	26 100 000	42 600
Víz	11 700	61 000 000	75 000
Levegő	4 960	35 100 000	41 000

A nálunk jövedelmezőbb mezőgazdaságú országokban a mezőgazdasági munka magasabb státusza, az agrárnépesség nagyobb megbecsültsége is tükröződik a talajvédelem közgondolkodásbeli fontosságában. A talajnak a művelésével és a növénytermesztéssel összefüggő bemutatása a mezőgazdasági munka megbecsülésére irányuló nevelést segíti, segítené nálunk is.

A következőkben olyan egyszerű vizsgálatkört mutatunk be, melyeket a Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt. és a NYME Apáczai Csere János Kar által a Győr melletti Ravazdon működtetett Erdei Iskolai Oktatóközpontban (KOVÁTSNÉ NÉMET, KÖVECSESNÉ GÓSI 2007) a „Környezeti elemek” modul részeként dolgoztunk ki. A talaj élővilágáról (például PERENDY 1980) és a komposztálásról, a talajszelvényekből leírt típusairól viszonylag több oktatási segédanyag, példa áll rendelkezésre, így ezekre itt nem térünk ki.

6 www.bottlebiology.org, <http://www.wtamu.edu/~crobinson/DrDirt.htm>, <http://www.bodenreise.ch/>, <http://www.umweltschulen.de/boden/index.html>

7 Keresett kifejezés: „Environmental Education” + soil/water/air

8 Keresett kifejezés: Umweltbildung + Boden/Wasser/Luft

FELDOLGOZÁSI LEHETŐSÉGEK A TALAJTAN ÉS TALAJVÉDELEM TÉMÁIHOZ

Az ökológia tanításában Kacsur (1987) kiemeli a többszintű (*multilevel*) jelleget: ugyanazt a jelenséget a tanulmányok során (alsó, felső tagozat, középiskola) visszatérően újra ismertetjük, egyre magasabb szinten. Ezt egy-egy jelenség vizsgálatával is meg lehet tenni. Sok esetben a középiskolásokkal elvégezhető laboratóriumi mérés elővizsgálat vagy terepi megfelelője alkalmas általános iskolai szemléltetésre, ilyen például a fizikai féleség vizsgálata, a jelenséggel pedig óvodások is találkozhatnak homokozás, illetve agyagozás közben. A demonstráció azért sem lesz életidegen, mert a talajtani gyakorlat mind az egyszerűbb, mind a kimunkáltabb vizsgálatot használja, előbbit terepen, például egy szelvény leírásakor, utóbbit laboratóriumban, egzakt számszerű eredményt képezve. Más szempontból is előnyös, ha fel vagyunk készülve terepi és laboratóriumi vizsgálatokra. A talajtani jelenségek jelentős része kisebb mennyiségű mintákon is jól szemléltethető, ezért beltéri foglalkozásokra is alkalmas. Eső, erős napsütés vagy meleg esetén tartalmasan ki lehet tölteni velük az időt egy-egy erdei iskolai nap vagy táborozás alatt.

Terepi mintagyűjtés

Amikor csak lehetőségünk van, gyűjtsünk, gyűjtessünk különböző talajokból mintát, és azokat néhány hétig hűtve;⁹ vagy hűtőkapacitás hiányában levegőn kiterítve, majd száradás után zacskóban vagy dobozban tároljuk. Fel kell jegyezni a mintavétel helyét és idejét, a helyi növényzetet. Előnyös a növényzet és az esetleges talajszelvény fotódokumentációja. Megfigyelési szempontok: a talajok függőleges (szintezettségi) és vízszintes (típusok) változatossága, illetve ezek összefüggése a növénytakaróval (gyökerezési mélység, jellemző növénytakarók). Ahol természetes vagy mesterséges feltáródást találunk (építkezés, löszmélyút stb.), írassuk le a látottakat!

Érzékszervi vizsgálat

Nemcsak a fontos információ, hanem a benne rejlő attitűdformáló lehetőségek miatt se maradjon el! Többféle talaj egymás melletti vizsgálata javasolt, így feltűnőbbek a szín-, szerkezet-, szemcseméretbeli eltérések. Egyes esetekben a szaglás is értékes információt adhat. Mindenképpen vegyék kézbe a mintát, hacsak nem szennyezett talajról van szó. Az eltérő szemcseméretet tapintással, illetve nagyítóval, mikroszkóppal nézve még szemléletesebbé tehetjük. A 2. táblázat a fizikai féleség helyszíni érzékszervi meghatározását mutatja. Megfigyelési szempontok: a talajok változékonysága (szín, szag, állag, tapintás), illetve a tapintás, gyúrhatóság összefüggése a megmunkálhatósággal.

⁹ A talajminta és egyéb, potenciálisan kórokozókat tartalmazó minta élelmiszer tárolására szolgáló hűtőszekrényben nem tárolható vendéglátóhelynek minősülő intézményben, például erdei iskolában. Otthon csak az ún. földesáru (gyökérzöldségek, burgonya), ill. tojás helyén, ill. azokkal együtt tárolandó.

2. TÁBLÁZAT: A fizikai féleség helyszíni érzékszervi meghatározása (Buzás, 1993)

Fizikai talajféleség	Ujjunk között morzsolva	Gyúrva
Homok	Szárazon és nedvesen éles felületet érzünk.	Diónyi mennyiséget tésztaszerűvé gyúrva golyót formálni nem lehet.
Homokos vályog	Apró szemcséjű homok mellett finom porszerű, vizesen sima felületű alkotórészek találhatók.	Golyót lehet formálni belőle, de hengerré még nem sodorható.
Vályog	Csak finom porszerű részeket érzünk, vizesen nem érdes, nem csúszós felületű.	Golyóvá és hengerré formálása sikerül, gyűrű alakúra nem lehet.
Izzap	Kezünk foltos marad a rátapadt finom iszaptól, színe többnyire szürke.	Golyóvá és hengerré formálása, esetleg gyűrűvé hajlítása sikerül.
Agyag	Szárazon nehezen nyomható szét, nedvesen síkos, csúszós.	Golyót, hengert, gyűrűt, sőt „perecet” formálhatunk belőle.

A kötöttség és az agyagtartalom laboratóriumi meghatározása

A talajok kötöttsége, megmunkálásnak való ellenállása agyagtartalmuktól függ. Ez az a kolloid mérettartományú frakció, amely a szemcsék tapadásához, a vízmegtartáshoz és a duzzadáshoz-zsugorodáshoz legnagyobb mértékben hozzájárul. Adandó alkalommal érdemes felhívni a figyelmet az agyagos talajok szárazság esetén fellépő függőleges repedezésére, ami a talajosztályozásban diagnosztikus bélyeg is. Az alábbiakban ismertetett úgynevezett Arany-féle kötöttség általános iskolásokkal is elvégeztethető kísérlet, de szolgáltató talajtani laboratóriumok is így határozzák meg a kötöttséget.

A vizsgálat menete a következő: 100 g légszáraz talajt mozsárban eldörzsölünk, majd bürettából (kisebbsé elvárt pontosság esetén ml-es beosztású fecskendőből, mérőhengerből) apránként ioncserélt/desztillált vizet adagolunk hozzá, közben a mintát a vízzel eldörzsöljük. Mikor a talaj a vizet nehezebben nyeli el, dörzsölés közben is megcsillan felületén a víz, úgynevezett fonálpróbát lehet rajta bemutatni. A mozsártörőt lassan kihúva az eldörzsölt mintából a talajminta és a mozsártörő között néhány milliméter hosszú, közepén elkeskenyedő talajhíd, fonál képződik (1. ábra), amely elszakadva visszakunkorodik. Ekkor leolvassuk a fogyott vízmennyiséget milliliterben, és a 3. táblázat alapján meghatározzuk az

1. ÁBRA: Fonálpróba a kötöttség meghatározásánál



A vizsgálat menete a következő: 100 g légszáraz talajt mozsárban eldörzsölünk, majd bürettából (kisebbsé elvárt pontosság esetén ml-es beosztású fecskendőből, mérőhengerből) apránként ioncserélt/desztillált vizet adagolunk hozzá, közben a mintát a vízzel eldörzsöljük. Mikor a talaj a vizet nehezebben nyeli el, dörzsölés közben is megcsillan felületén a víz, úgynevezett fonálpróbát lehet rajta bemutatni. A mozsártörőt lassan kihúva az eldörzsölt mintából a talajminta és a mozsártörő között néhány milliméter hosszú, közepén elkeskenyedő talajhíd, fonál képződik (1. ábra), amely elszakadva visszakunkorodik. Ekkor leolvassuk a fogyott vízmennyiséget milliliterben, és a 3. táblázat alapján meghatározzuk az

agyagtartalmat és a talaj fizikai féleségét. Megfigyelési szempontok, elvárható teljesítmény: a vízmegkötés és az agyagtartalom összefüggése, a fonálpróba jelensége, illetve a kísérlet pontos elvégzése tanári demonstrációt követően és a számtani eredmény értelmezése a táblázat alapján, valamint a mutató jelentőségének megértése kérdésekre adott válaszok vagy a készítendő rövid jegyzőkönyv alapján.

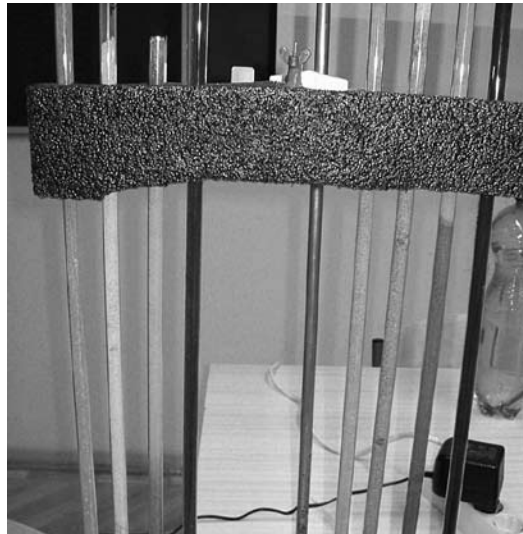
3. TÁBLÁZAT: az Arany-féle kötöttség (Buzás, 1993)

A talaj fizikai félesége	Agyagfrakció (%)	Arany-féle kötöttség (KA) (100 g-ra fogyott víz ml)
Nyers homok, futóhomok	< 10	< 25
Homok	10-25	25-30
Homokos vályog	25-30	30-37
Vályog	30-60	37-42
Agyagos vályog	60-70	42-50
Agyag	70-80	50-60
Nehéz agyag	> 80	> 60

Talajok eltérő víznyelő- és vízemelő képessége

E vizsgálatoknál a különböző légszáraz talajmintákat üvegcsővekbe, üveghengerekbe töltjük, azonos magasságig (2. ábra). Vízzel telt edénybe¹⁰ állítva mérhetjük a talajok vízemelő képességét, azonos idő alatti emelkedést milliméterben, vagy azonos magasság megtételéhez szükséges időt, vagy a maximális emelési magasságot – utóbbi gyakran csak 24-36 óra elteltével érjük el. Ha a talajoszlopokra felülről vizet töltünk, a víznyelő képességet vizsgálhatjuk, adott idő alatt elnyelt vízmennyiség vagy adott mennyiségű víz elnyeléséhez szükséges idő szerint. Megfigyelési szempontok: különböző talajtípusok eltérése víznyelő és vízemelő képesség szerint. A folyamatok időbeni egyenetlensége (a talajok vízemelési sorrendje gyakran más a kísérlet elején, mint 24 óra múlva). Elvárható teljesítmény: a kísérlet pontos elvégzése tanári demonstráció alapján, a folyamatok jelentőségének megértése a

2. ÁBRA: Talajoszlopok a vízemelő- és víznyelő képesség demonstrálásához



¹⁰ A talajoszlop magasságához képest ne álljon magasan a víz az edényben!

növényi vízellátás szempontjából. Utóbbi két vizsgálatot a csapadéktároló funkció és a klímaváltozás hatásainak mérséklése (fokozódó aszályveszély a Kárpát-medencében) összefüggéseiben is meg lehet világitani. Bemutatjuk például kultúrnövényeink vízigényét a rendelkezésre álló csapadékkal összevetve a tenyészidőszak során, melyből megfigyelhető a téli-kora tavaszi relatív csapadéktöbblet és a késő tavaszi-nyári relatív csapadékhiány. A talajok víztározása enyhíthet e problémán, de csak a megfelelő állapotú talajé. A felszíni fagyás, tömörödés, átázás, a kis agyagtartalom, szervesanyag-tartalom, illetve a talajerózió gátat szab a tárolható víz mennyiségének. A Várallyay György-féle befagyott, ledugaszolt, teli és lyukas (VÁRALLYAY 2008), illetve kis palack effektusokat PET-palackokon szemléltetjük.

A talajreakció (pH) és a (szénsavas) mésztartalom vizsgálata

A talajkémiai e két vizsgálat alapvető fontosságú, ha tudni akarjuk, hogy savanyú, semleges vagy alkalikus talajt igénylő, illetve mészkerülő (a legtöbb bogyós), mészkedvelő (például alma, szilva) növények hogyan „érezik magukat” az adott talajban. A mezőgazdasági szaktanácsadás is ezen elv szerinti kvantitatív vizsgálatokat használja. A szemléltetéshez kisebb precizitású, de olcsón kivitelezhető tájékoztató jellegű módszerekkel is megelégedhetünk. A pH meghatározásához adott mennyiségű friss talajmintát előzőleg felforralt, majd levegőtől elzárva (teli, zárt palackban) tartott ioncserélt vízzel tömegének ötszörösére hígítunk, majd pH-papírral vagy -indikátorfolyadékkal, pH-elektóddal meghatározzuk kémhatását. A vöröskáposztalé céljainknak kiválóan megfelelő pH-indikátor, színskálája a Sulineten (<http://www.sulinet.hu/tart/ncikk/Se/o/11911/lila.htm>, letöltve: 2011. 02. 28.), illetve a „palackbiológia” honlapján (http://www.bottlebiology.org/investigations/kimchee_explore.html, letöltve: 2011. 02. 28.) megtalálható. A szénsavas mésztartalom vizsgálatához egyszerűen 10 százalékos sósavat, 15-20 százalékos háztartási ecetet csöpögtetünk a talajmintára. A mészkőhöz hasonlóan a szénsavas mésztartalmat pezsgés jelzi. Megfigyelési szempontok: különböző talajtípusok (vagy A, B, C típusú virágföldek) eltérése pH és szénsavas mésztartalom szerint (eltérő intenzitású pezsgés), ezek összefüggése a növénytakaróval. Elvárható teljesítmény: a kísérlet pontos végrehajtása, a savasság, mésztartalom jelentőségének megértése. Mészmentes talajt mészkőporral (őrölt tojásbél, vakolatdarab) keverve pezsgést tapasztalunk: így könnyebb elképzelni a talaj mésztartalmát. Kémiai ismeretek birtokában a diákok felírhatják a mész kimutatásának reakcióegyenletét, illetve megmagyarázhatják, miért használunk forralt vizet a pH meghatározásához. Mindezen vizsgálatok közben igyekezni kell a talajt érzelmileg is közelebb hozni, a talaj iránti alázatot erősíteni. Stefanovits Pált idézve: „Ne feledd: a talajon nemcsak állsz, hanem élsz is!”

IRODALOM

- BAKONYI GÁBOR – KISS ISTVÁN – VERES LÁSZLÓ: *A talaj élővilága*. Officina Nova, Budapest, 1991.
- BALÁZS LÓRÁNTNÉ: *Kémiai kísérletek*. Móra Ferenc Könyvkiadó, Budapest, 1986, 60–63.
- BUZÁS ISTVÁN (SZERK.): *Talaj- és agrokémiai vizsgálati módszerekönyv 1. A talaj fizikai, vízgazdálkodási és ásványtani vizsgálata*. INDA 4231 Kiadó, Budapest, 1993.
- CEC: *Thematic Strategy for Soil Protection*. Brüsszel, COM (2006) 231.
- FEHÉR JÓZSEF: *A földrajztanítás módszertana – A középiskolai földrajztanítás módszerei*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980.
- FÜLEKY GYÖRGY: *A talaj*. Gondolat, Budapest, 1988.
- JUHÁSZ ISTVÁN (2008): *Magyarország talajainak állapota*. MAE Talajtani Társaság, Budapest. http://www.talaj.hu/magyar/TIM_index.htm (Letöltés ideje: 2011. 02. 28.)
- JUHÁSZ-NAGY PÁL: *Természet és ember – Kis változatok egy nagy témára*. Gondolat, Budapest, 1993, 211.
- KACSUR ISTVÁN: *A biológia tanítása*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1987, 240.
- KOVÁTSNÉ NÉMETH MÁRIA: *A környezetpedagógia a fenntartható fejlődésért*. In: KOVÁTSNÉ NÉMETH MÁRIA (szerk.): *Fenntarthatóság – pedagógia – kutatás*. Apáczai-füzetek 2., NYME Apáczai Csere János Kar, Győr, 2007, 9–18.
- KÖVECSESNÉ GÓSI VIKTÓRIA: *Környezeti nevelés az általános iskolában – Az erdei iskoláztatás gyakorlata*. In: Kovátsné Németh Mária (szerk.): *Fenntarthatóság – pedagógia – kutatás*. Apáczai-füzetek 2., NYME Apáczai Csere János Kar, Győr, 2007, 60–68.
- KRISKA GYÖRGY: *Az édesvizek és védelmük – elméleti és gyakorlati kézikönyv*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2003.
- KRISKA GYÖRGY – MAKLÁRY JENŐNÉ – SCHEUER ZSUZSANNA: *Gyertek velünk erdei iskolába! Farkaserdei erdei iskola projekt*. Flaccus Kiadó, Budapest, 2002.
- KROPOG ERZSÉBET: *Környezettani vizsgálatok*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000.
- MAKÁDI MARIANN: *A kompetenciaalapú pedagógia lehetőségei a tanítási-tanulási folyamatban*. Mozaik Kiadó, Szeged, 2009, 66.
- NÁDAI MAGDA: *Szemfüles környezetbarátok*. Codex Print, Budapest, 1997.
- NÁDAI MAGDA: *Erdei számos-képes könyv – Hasonlatokkal elképzeltető adattár*. Flaccus Kiadó, Budapest, 2004.
- NÉMETH LÁSZLÓ (1979): *A tudományos ismeretterjesztésről*. Új Írás, 5. sz. 55–59.
- ORR, DAVID W.: *Milyen ma a felsőfokú oktatás?* In: Worldwatch Institute: *A világ helyzete 2010. A kultúra átalakítása – Fogyasztástól a fenntarthatóságig*. Föld Napja Alapítvány, Budapest, 2010.
- PERENDY MÁRIA: *Biológiai gyakorlatok kézikönyve*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- STEFANOVITS PÁL – MICHÉLI ERIKA: *A talajok jelentősége a 21. században*. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 2005.
- VÁRALLYAY GYÖRGY (2008): *Talaj–víz kölcsönhatások a klímaváltozás tükrében*. *Talajvédelem különszám*, 17–30.
- VARGÁNÉ BIHARVÁRI GABRIELLA: *Ötletzsák – gyűjtemény az óvodai környezet- és természetvédelmi neveléshez*. Tisza Klub, Szolnok, 1995.
- VÁSÁRHELYI TAMÁS – VICTOR ANDRÁS (SZERK.): *Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia – alapvetés*. Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest, 2005.