

KARSZTTALAJOK TÁPANYAGVIZSGÁLATA HAZAI PÉLDÁKON

ZSENI ANIKÓ

Szegedi Tudományegyetem, Természeti Földrajzi Tanszék, 6722, Szeged,
Egyetem u. 2. zseniani@earth.geo.u-szeged.hu

Abstract: The soil has an important role in the ecological system of karst areas. The presentation deals with the plant available calcium, magnesium and potassium content of soils on study areas of Aggtelek Karst and Bükk Plateau (Hungary). I examine the connection between these nutrients and the different environmental relations, such as the plant-covering and the presence of limestone fragments in the soil.

1. Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben a karsztos területeken folyó kutatások a korábbi karsztgenetikai és karsztmorfológiai vizsgálatok felől a karsztnak mint ökológiai rendszernek a kutatása és a karsztot érő környezeti hatások kutatása irányába fordult.

A karsztökológiai rendszer egy strukturális és funkcionális rendszer, amelynek abiotikus elemei az alapkőzet, talaj, klíma, mikroklíma, üregrendszerek, karsztvízrendszer és források, biotikus elemeit pedig a növényzet, az állatvilág, a talajlakó mikroszervezetek és az ember alkotja. (BÁRÁNY-KEVEI, I. 1998). Az egyes rendszerfaktorok nem állandóak: időben és térben is változnak, és a változás intenzitását a faktorok együttesen befolyásolják. Az egyes tényezők közötti kölcsönhatások, valamint a köztük lezajló anyag- és energiaáramlások tartják fent a rendszer fejlődését. Bármely tényező megváltozása több másik tényező megváltozását eredményezi. A mikroklíma-talaj-növényzet rendszer különösen jelentős szerepet játszik a karsztok ökológiai rendszerében (KEVEINÉ BÁRÁNY I. – HOYK E. – ZSENI A. 1999). A talaj és a növényzet fontos indikátorai a környezet hatására végbement változásoknak.

A karsztok különösen érzékeny, nyílt rendszerek, ezért a környezeti hatások változásai gyors változást okoznak bennük (BÁRÁNY-KEVEI, I. 1995). Az évszázadok óta jelenlévő közvetlen és közvetett antropogén hatások feltárása azért szükséges, mert sok esetben a kedvezőtlen folyamatok eredményeit csak hosszú idő múlva észleljük, amikor már nincs lehetőségünk a beavatkozások következményeinek korrekciójára.

A talaj a rejtett nyílt karsztok esetében az egyik legjelentősebb ökológia faktor (BÁRÁNY I. – JAKUCS L. 1984), ezért a karsztos területeken ki-

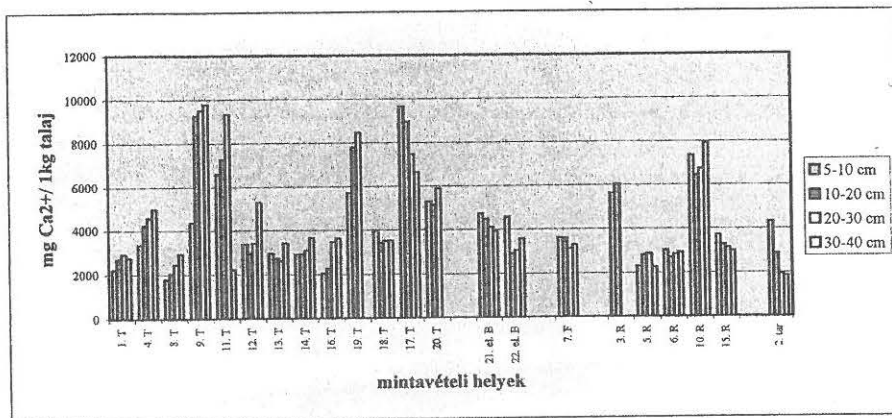
alakult talajok vizsgálata igen fontos. A talajon keresztül szivárgó víz befolyásolja a karsztkorrózió intenzitását, valamint a megfelelő talaj tartósan vagy legalább időszakosan semlegesítheti azokat a kedvezőtlen környezeti hatásokat, amelyek a karsztok 3 dimenziós érzékeny rendszerében hamar érvényre juthatnak (BÁRÁNY-KEVEI, I. 1980, 1992, 1995, BÁRÁNY I. – MEZŐSI G. 1978, ZÁMBÓ L. 1986).

A karsztok rendszerében lejátszódó folyamatokon belül a talajok tápanyag-gazdálkodása, tápanyag-ellátottsága az egyik fontos indikátora a környezet hatására végbement talajösszetétel változásoknak. A légkörből, illetve az emberi tevékenység nyomán a karsztokra jutó tájidegen anyagok módosító hatása mellett a karsztokon gyakori talajerózió is a felszínhez közeli, tápanyagokban gazdagabb talajhorizont károsodását eredményezi. A mezőgazdasági művelésű területeken nagyon sok tápanyaggal kapcsolatos vizsgálatot végeznek. Azonban a karsztokon is szükséges a talajok továbbfejlődése, a területek későbbi hasznosítása szempontjából, hogy ismerjük az erdők, gyakran legeltetéssel hasznosított rétek talajainak tápanyag-gazdálkodását. A fentiek indokolják a tápanyag-gazdálkodás folyamatainak megismerését.

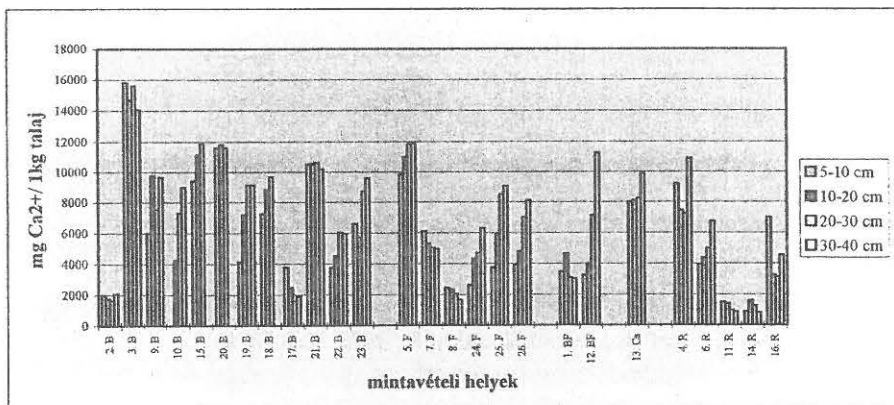
E tanulmányban a talajok növények számára felvehető kalcium, magnézium és kálium-tartalmával foglalkozom. Megvizsgálom, hogy milyen kapcsolatban állnak e paraméterek egymással és a különböző környezeti viszonyokkal: a talaj közettel való átkeveredtségével és a talajt borító növényzettel.

2. Vizsgálati módszerek

Kutatásaim során a Bükk-fennsík, valamint az Aggteleki Karszt Aggtelek és Jósvalfő között elhelyezkedő kb. 8-8 km²-es területéről gyűjtöttem be talajmintákat. A vizsgált talajok nagy része rendzina vagy rendzinaszerű talaj, valamint barna erdőtalajok. Mivel a tápanyagok zöme a talaj felső 40 cm-ében akkumulálódik, ezért 10 cm-enként 40 cm-es mélységig történt a mintavételezés. A sekély termőrétegű, közettel erősen átkeveredett talajok esetében nem mindenütt volt lehetőség 40 cm-es mélységig megmintázni a talajokat. A talajminták különböző ökológiai adottságú területekről származnak: bükkerdő, tölgyerdő, fenyőerdő, elegyes erdő és nyílt rétek talajait mintáztam meg. A talajkolloidok felületén adszorbeált Ca²⁺, Mg²⁺ és K⁺ ionokat 1 mol/dm³-es, pH=7,0-es ammónium-acetát oldattal szorítottam le, majd a Ca²⁺ és Mg²⁺ ionok mennyiségét atomabszorpciós spektrofotométerrel, a K⁺-ét lángfotométerrel határoztam meg.



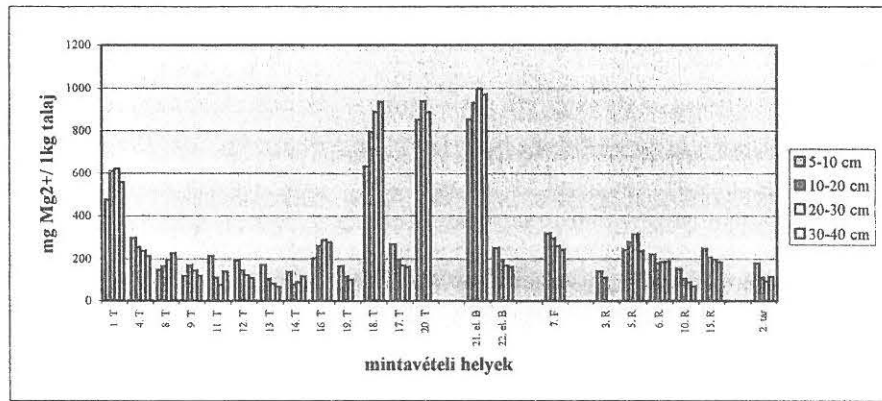
1. ábra: A talajok felvehető kalcium-tartalma, Aggtelek
 Jelmagyarázat: T: tölgyes, el.B: elegyes bükkös, F: fenyves, R: rét, tar: tarló
 Fig. 1.: The plant available calcium content of soils, Aggtelek
 Legend: T: oak forest, el.B: mixed beech forest, F: pine forest, R: field, tar: stubble



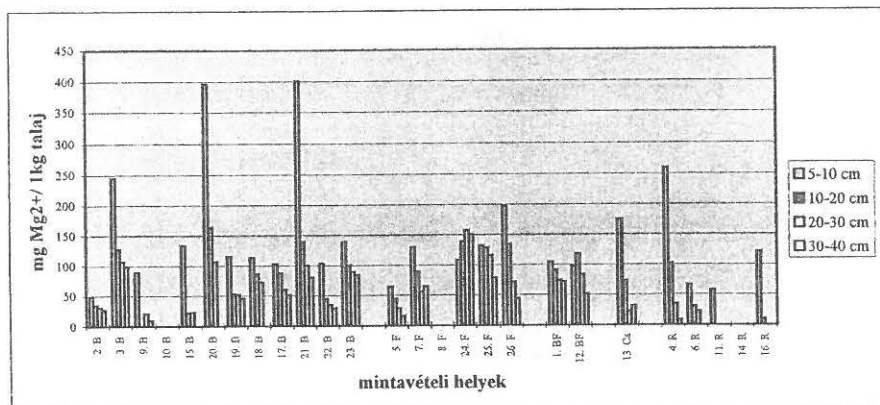
2. ábra: A talajok felvehető kalcium-tartalma, Bükk-fennsík
 Jelmagyarázat: B: bükkös, F: fenyves, BF: büккеleges fenyves, Cs: csemetekert, R: rét
 Fig. 2.: The plant available calcium content of soils, Bükk Plateau
 Legend: B: beech forest, F: pine forest, BF: beech with pine forest, Cs: seedling nursery, R: field

A talajok ily módon megmért iontartalmát - növényzeti típusok szerint elkülönítve és a talajszelvényben lefelé haladva - az 1.-6. ábrák mutatják. Az ionok egymás közötti kapcsolatrendszerének feltárása céljából mindegyik

mélységi szintre és fő növényzeti típusra kiszámítottam a Ca^{2+} - Mg^{2+} , Ca^{2+} - K^+ , Mg^{2+} - K^+ mennyiségeire vonatkozó korrelációs együtthatókat.



3. ábra: A talajok felvehető magnézium-tartalma, Aggtelek
Jelmagyarázat: ld. 1. ábra
Fig. 3.: The plant available magnesium content of soils, Aggtelek
Legend: as Fig. 1.



4. ábra: A talajok felvehető magnézium-tartalma, Bükk-fennsík
Jelmagyarázat: ld. 2. ábra
Fig. 4.: The plant available magnesium content of soils, Bükk Plateau
legend: as Fig. 2.

3. Eredmények

A tápanyaggal kapcsolatos vizsgálatok nem nélkülözhetik a talajok egyéb talajjellemzőinek – elsősorban kémhatásának, de szénsavas mész és szervesanyag-tartalmának – ismeretét sem. Ez utóbbiak részletes ismertetését korábbi munkáim tartalmazzák (ZSENI A. 1999, 2000 a, b, KEVEINÉ BÁRÁNY I. – HOYK E. – ZSENI A. 1999). A vizsgált területek talajainak kémhatása többségében savanyú és gyengén savanyú, a mélységgel növekvő pH-t mutat. A talajok karbonát-tartalma döntően 1 % alatti, szervesanyag-tartalma igen magas. A talaj kémhatása és a kőzettel való átkeveredése között kapcsolat áll fenn: a kőzettel át nem keveredett talajok savanyúbb kémhatással rendelkeznek, és a pH növekedése jóval csekélyebb mértékű a mélységgel lefelé haladva, mint a kőzettel átkeveredett talajok esetében. A kőzettel nem átkeveredett talajok ΔpH értéke ($\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) - \text{pH}(\text{KCl})$) magasabb, mint a közvetlen kőzethatású talajoké, és a mélységgel általában növekszik.

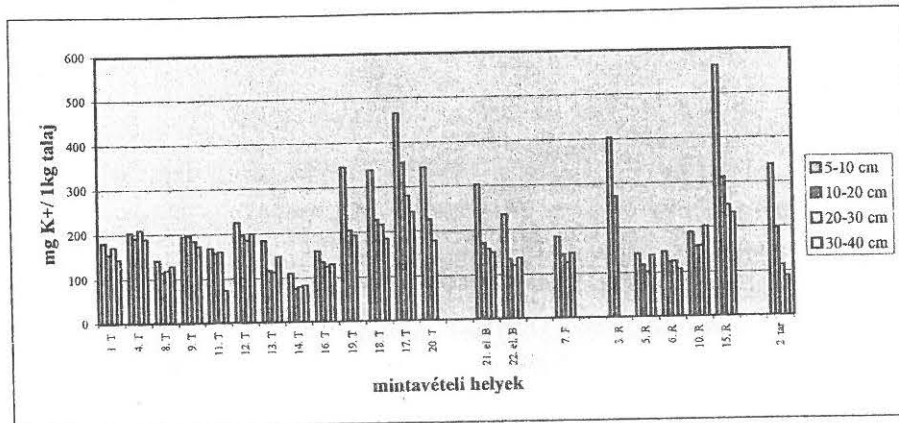
Kőzetdarabokkal a felszíntől vagy 10-20 cm-es mélységtől átkeveredett (rendzina vagy rendzina-szerű) talajminták a következők: Aggtelek: 1., 3., 9., 10., 11., 19., 20., Bükk: 1., 2., 3., 4., 5., 6., 9., 10., 12., 13., 15., 18., 19., 20., 21., 22., 23., 24., 25., 26. mintavételi helyek talajmintái. Mint ebből is kiderül, a Bükk-fennsík talajok nagy része sekély termőrétegű, ahol a talaj 40-60 %-os kőzettartalommal (mészkö) rendelkezik.

a. Kalcium

A kőzetdarabokkal átkevert talajok magasabb felvehető kalcium-tartalommal rendelkeznek, mint a kőzettel nem átkeverték. A nagyobb érték azokban a talajokban is megfigyelhető, amelyekben nem a felszínüktől, hanem csak 20-30 cm-es mélységtől van jelen kőzet. Ez egyértelműen jelzi számunkra a kőzetdarabokból történő kalcium-utánpótlást. E talajok szénsavas mész tartalma nem túl magas, 1% körüli, csupán néhány esetben nagyobb (3-6%). Az átkevert talajokban a felvehető Ca^{2+} -ion tartalom a mélységgel nő, kis számú esetben kb. azonos eloszlást mutat a vizsgált 40 cm-ben. A mélységgel való növekedés összhangban van a pH mélységgel történő növekedésével.

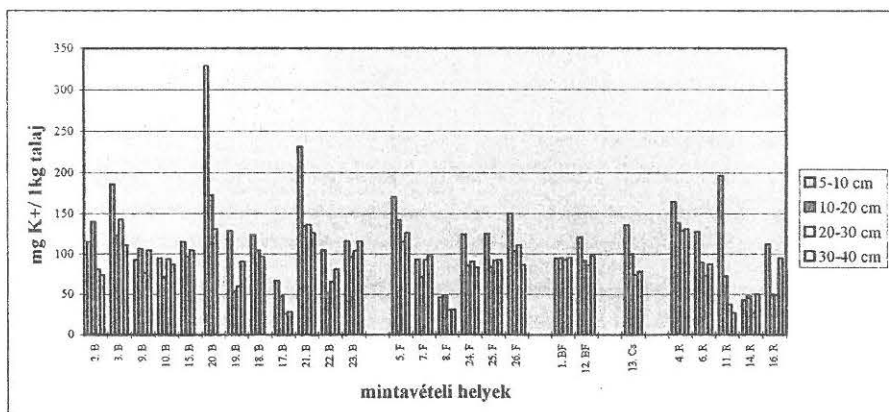
A hiányzó kőzetdarabok indokolhatják a nem átkevert talajokban, hogy ezekben a kalcium-tartalom mélységbeli csökkenése mutatható ki minden növényfajta alatti talajban, kivéve az aggteleki tölgyeseket, amelyek többségében kisebb-nagyobb mértékű növekedés tapasztalható. Ebből arra kell következtetnünk, hogy a tölgyerdők alatti talajokban nagyobb mértékű lehet a kilúgozódás, mint a rétek esetében. A nem átkevert talajokban a kalcium

um eloszlása nem a kémhatással mutat összefüggést (mivel ezekben a talajokban is nő a pH a mélységgel, csak nem olyan nagy mértékben, mint a kőzethatású talajokban), hanem a ΔpH értékekkel, minthogy ezek általában magasabbak a mélyebb talajrétegekben.



5. ábra: A talajok felvehető kálium-tartalma, Aggtelek
Jelmagyarázat: ld. 1. ábra

Fig. 5.: The plant available potassium content of soils, Aggtelek
Legend: as Fig. 1.



6. ábra: A talajok felvehető kálium-tartalma, Bükk-fennsík
Jelmagyarázat: ld. 2. ábra

Fig. 6.: The plant available potassium content of soils, Bükk Plateau
Legend: as Fig. 2.

Az egyes növényzeti típusokon belül a kalcium mennyisége igen változatos, a kőzetdarabokkal való átkeveredtség függvényében. A kőzettel

nem átkevert talajok felvehető kalcium-tartalma az aggteleki mintákban átlagosan 3000 mg/kg, minden növényzeti típusnál. A bükkiekben nagyobb szórást mutat: 1000-5000 mg/kg; a rétek esetében alacsonyabb (1000 mg/kg), az erdős vegetáció alatt magasabb értékek a jellemzőek (2000-5000 mg/kg). A karbonátmentes talajokban 1000-12000 mg/kg a kalcium összmenyisége (STEFANOVITS P. 1992), s ez a mért kicserélhető kalcium-tartalommal összhangban van (erősen kötött kalcium ezekben a talajokban nagy mennyiségben minden bizonnyal nem fordul elő). A közethatású talajokról általában elmondható, hogy az erdők alatt magasabbak a mért értékek (6-16 ezer mg/kg), mint a rétek talajaiban (4-10 ezer mg/kg).

b. Magnézium

A talajok felvehető magnézium-tartalma a bükki minták esetében 1 kivételtől eltekintve csökken a mélységgel, azaz a mélységbeli változás tendenciája a közettel nem átkeveredett talajokban megegyezik, a közettel átkeveredettekben ellentétes a kalciuméval. A kémhatást tekintve a változás ellentétes tendenciájú. Egyes mintákban igen jelentős a felszíni talajréteg magnézium-tartalma az alsóbb rétegekéhez képest (sem a kémhatás, sem a szénsavas mész és kalcium-tartalom nem utal ezekre a magas értékekre). A magnézium mennyisége 0-140 mg/kg körüli. A réteket átlagosan alacsonyabb értékek jellemzik, mint az erdőket, különösen az alsóbb rétegekben.

Az aggteleki mintákban a felvehető magnézium-tartalom mélységbeli csökkenése nem olyan törvényszerű, mint a Bükk-fennsík: 7 mintában kifejezett növekedés figyelhető meg. Ez az ellentétes eloszlás az erdők alatti talajokban jellemző, és a rétek talajaihoz viszonyított erősebb kilúgozás okozhatja. A talajok átlagosan 100-300 mg/kg kicserélhető Mg^{2+} -ot tartalmaznak, azaz többet, mint a bükki minták. Ennek egyik oka lehet a tengerszint feletti alacsonyabb fekvés miatt (Bükk-fennsík: 750-830 m, aggteleki terület: 310-480 m) a területre jutó kevesebb csapadék (Bükk-fennsík: 800 mm, aggteleki terület: 650-700 mm évente), amely kisebb mértékű kilúgozást okoz. 4 kiugró értékekkel rendelkező minta (3 tölgyerdei, 1 elegyes bükkös) van, amelyek közül csak kettőben jelennek meg a magasabb értékeket magyarázó kőzetdarabok. E talajok kémhatása és gyakorlatilag 0 % szénsavas mész tartalma sem utal a magas értékek magyarázatára.

c. Kálium

A felvehető kálium-tartalom tekintetében kisebbek az egyes növényzeti típusokon belüli és közötti eltérések a másik két ionhoz viszonyítva.

Egyértelműen megállapítható, hogy a kálium mennyisége a mélységgel csökken, azaz ellentétesen változik a kémhatással. A kőzettel átkeveredett talajokban a mélységbeli változás tendenciája ellentétes, a nem átkeveredett talajokban megegyezik a kalciuméval, kivéve az aggteleki tölgyerdők némely talajait. A bükki mintákat tekintve az egyes növényzeti típusokon belül kirajzolódik a kőzettel való átkeveredés hatása a felvehető kálium-tartalomra: a nem átkevert talajok valamivel alacsonyabb értékekkel rendelkeznek mint az azonos növényborítottságú, kőztdarabokkal átkevert talajok. Az aggteleki minták esetében ez az összefüggés nem érvényesül ennyire karakterisztikusan.

Az aggteleki talajok átlagos kicserélhető kálium-tartalma 100-400 mg/kg az 5-10 cm-es talajrétegben, mélyebben azonban 100-250 mg/kg-ra lecsökken. A különböző növényzeti típusok alatti talajok kálium-tartalmában jelentős különbség nincs. A bükki talajok 50-200 mg/kg káliummal rendelkeznek az 5-10 cm-es talajrétegben, mélyebben 50-140 mg/kg ez az érték. Megállapítható, hogy a Bükk-fennsík taljai alacsonyabb felvehető kálium-tartalommal rendelkeznek, mint az Aggteleki Karszt vizsgált területének taljai, és ennek - hasonlóan a magnéziumnál megállapítottához - a fennsíki erősebb kilúgozó hatás lehet az oka. Mértékadó különbségek az egyes növényzeti típusok talajában a kálium-tartalom tekintetében a Bükk-fennsíkon sincsenek.

d. Az ionok közötti összefüggések

Az ionok közötti összefüggéseket mind a négy vizsgált talajrétegben mind a 3 ionpárra vonatkozóan elvégeztem. A vizsgálat azt célozta meg, hogy van-e összefüggés az egyes ionok mennyisége között, azaz pl. a kalcium nagyobb mennyiségével párhuzamosan nagyobb magnézium és kálium mennyiség van-e a talajban. A korrelációs együtthatók igen változatos képet mutatnak. A szorosabb összefüggést sejtető esetek együtthatóit az *1. táblázat* tartalmazza.

e. Ca^{2+} - Mg^{2+} kapcsolat

A korrelációs együtthatók egyedül a rétek taljai esetében mutatnak összefüggést a két ion mennyisége között (*1. táblázat*). Az aggteleki rétek taljaiban a korreláció negatív: a kisebb kalcium-tartalmú mintáknak nagyobb a magnézium-tartalma. Ez azt is jelenti, hogy a kőztdarabokkal való átkeveredés a magnézium tekintetében az aggteleki rétek taljainál éppen ellentétes a kalciumhoz viszonyítva: az átkevert talajoknak kisebb a magné-

zium-tartalma. A Bükk-fennsíki rétek talajaiban a magasabb kalcium-tartalommal magasabb magnézium-tartalom jár együtt, ami egyben azt is jelenti, hogy a kőzetdarabokkal átkeveredett talajoknak mind a kalcium, mind a magnézium-tartalma nagyobb, mint a nem átkeveredett talajoké. A többi növényzeti típus talajait tekintve kicsik a korrelációs együtthatók. Egyedül a bükkösök 5-10 cm-es talajrétegében adódott magas (0,7779) érték, azonban a mélyebb talajrétegekben már csak 0,4 körüliek a korrelációs együtthatók.

1. táblázat
Table I.

Korrelációs együtthatók
Correlation coefficients

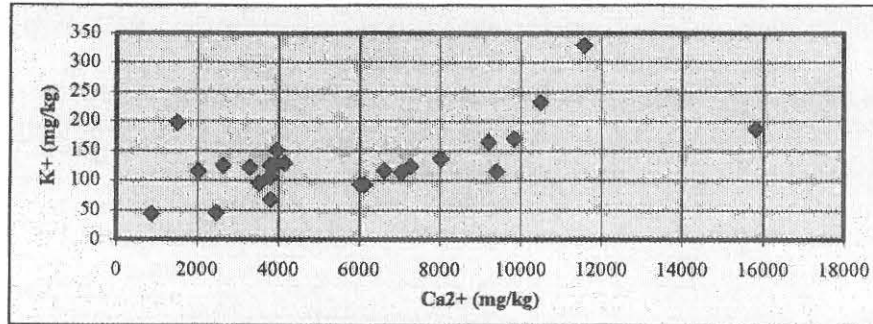
Ionpárok	korrelációs együttható (r)			
	5-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
$Ca^{2+}-Mg^{2+}$				
rét: Bükk-fennsík	0,9330	0,9689	0,9479	0,8042
rét: Aggtelek	-0,8652	-0,8648	-0,7831	-0,9783
$Ca^{2+}-K^{+}$				
bükkös: Bükk-fennsík	0,6635	0,5064	0,7993	0,8223
fenyves: Bükk-fennsík	0,5693	0,8994	0,7929	0,8814
rét: Bükk-fennsík	0,2807	0,8868	0,9624	0,9429
Bükk-fennsík összesen	0,5997	0,6382	0,7883	0,7984
$Mg^{2+}-K^{+}$				
rét: Bükk-fennsík	0,4833	0,9447	0,9506	0,7308

f. $Ca^{2+}-K^{+}$ kapcsolat

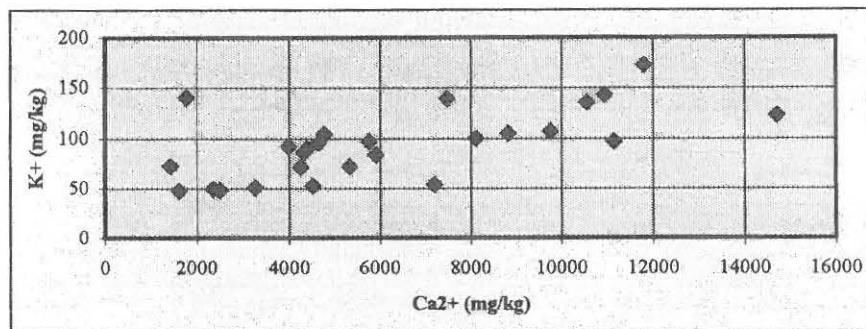
A két ion közötti kapcsolat az aggteleki mintaterület talajaiban nem mutatható ki, a korrelációs együtthatók 0,8 alattiak. A tölgyeseket magasabb értékek jellemzik (0,5-0,76), mint a réteket (0,1-0,4). Ez alátámasztja a már korábban kifejtetteket: az aggteleki mintaterület talajaiban nincs összefüggés a kőzettel való átkeveredés (ami a kalcium mennyiségével szoros összefüggést mutat) és a talaj felvehető kálium-tartalma között.

A Bükk-fennsíki minták esetében azonban mind a három fő növényzeti típust tekintve kimutatható az összefüggés a 10-40 cm-es talajrétegben (1. táblázat). A 7-10. ábrák az egyes talajrétegekben az összes Bükk-fennsíki mintára vonatkozóan tartalmazza az összetartozó kalcium-kálium mennyisé-

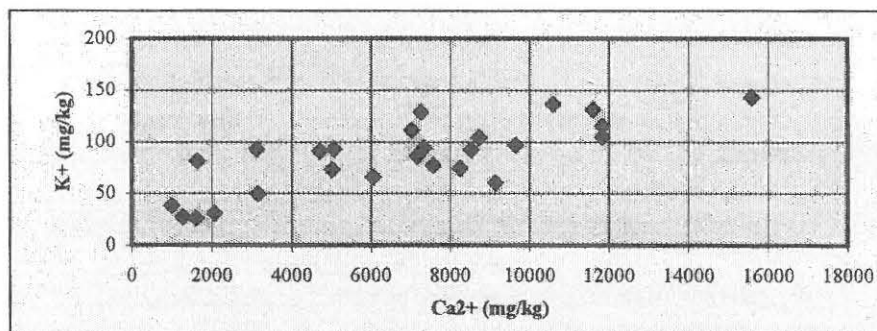
geket. A korrelációs együtthatók igazolják a korábban tett megállapítást, mely szerint a kőztdarabokkal nem átkevert talajok valamivel alacsonyabb értékekkel rendelkeznek mint az azonos növényborítottságú, kőztdarabokkal átkevert talajok.



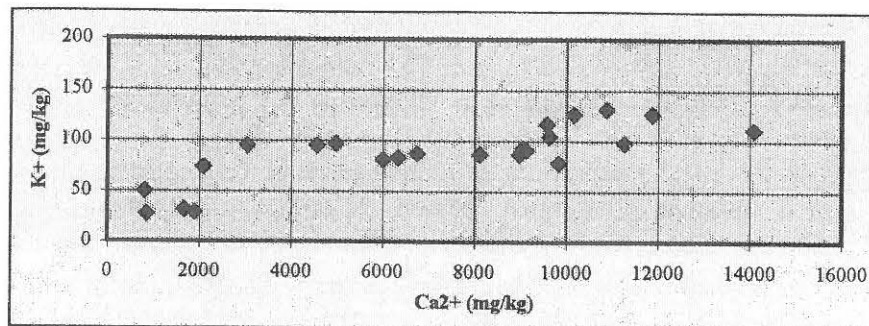
7. ábra: A kalcium és kálium-tartalom összefüggése az 5-10 cm-es talajrétegben, Bükk-fennsík
Fig. 7.: The connection between calcium and potassium content in the 5-10 cm soil layer, Bükk Plateau



8. ábra: A kalcium és kálium-tartalom összefüggése a 10-20 cm-es talajrétegben, Bükk-fennsík
Fig. 8.: The connection between calcium and potassium content in the 10-20 cm soil layer, Bükk Plateau



9. ábra: A kalcium és kálium-tartalom összefüggése a 20-30 cm-es talajrétegben, Bükk-fennsík
Fig. 9.: The connection between calcium and potassium content in the 20-30 cm soil layer, Bükk Plateau



10. ábra: A kalcium és kálium-tartalom összefüggése az 30-40 cm-es talajrétegben, Bükk-fennsík
 Fig. 10.: The connection between calcium and potassium content in the 30-40 cm soil layer, Bükk Plateau

g. Mg^{2+} - K^+ kapcsolat

Az aggteleki mintákban a két ion mennyisége közötti egyenes arányosság nem mutatható ki. A minták többsége a 100-300 mg/kg magnézium és a 100-400 (5-10 cm), 100-300 (10-20 cm) és 100-200 mg/kg (20-40 cm) kálium-tartalmú intervallumban tömörül.

A Bükk-fennsíki talajok közül egyedül a réteknél jelentkezik összefüggés a két ion mennyisége között (*I. táblázat*), ami nem meglepő, mivel a másik két ionpár tekintetében is magasak a korrelációs együtthatók értékei. Ahogyan a Ca^{2+} - K^+ kapcsolat esetében, itt is csak a 10 cm-es mélységtől válik valóban szorosra az összefüggés. A bükkösök és fenyvesek talajaiban 0,2-0,5 körüliek az értékek, egyedül a bükkerdők 5-10 cm-es talajrétegében jelentkezik összefüggés ($r=0,9084$), hasonlóan a Ca^{2+} - Mg^{2+} esetéhez.

4. Összegzés

Munkám során bükki és aggteleki karsztos mintaterületek talajait vizsgálom. E tanulmányban az elsődleges célom a talajok növények számára felvehető kalcium, magnézium és kálium-tartalmának bemutatása, az egyes ionok mélységgel való változásának, egymáshoz fűződő kapcsolatának vizsgálata, valamint a talaj közettel való átkeveredésének és a karsztos rendszer másik fontos tényezőjének, a növényzetnek az ionok mennyiségére és eloszlására gyakorolt hatásának kimutatása.

A vizsgálati eredményekből a következő megállapítások adódnak.

- Összefüggés van a talajok kőzettel való átkeveredése és a talajok felvehető kalcium-tartalma között: az átkevert talajok nagyobb kalcium-tartalommal rendelkeznek, mint a kőzetdarabokkal nem átkeverték. Ez - a korábbi kutatásaim eredménye szerint - azt is jelenti, hogy a felvehető kalcium-tartalom a talajok kémhatásával is egyenes arányosságban áll: a savanyúbb talajok kevesebb kalciumot tartalmaznak.
- A talajok felvehető magnézium és kálium-tartalma tekintetében ez a kőzethatás nem mutatható ki minden esetben. A káliumot vizsgálva a Bükk-fennsíki talajmintákban megfigyelhető az összefüggés, de az aggteleki mintákban nem. A magnéziumnál a megfeleltetés nem egyértelmű egyik vizsgált karsztos területen sem, sőt, az aggteleki rétegekben az a jellemző, hogy a kőzettel átkeveredett talajoknak kisebb a felvehető magnézium-tartalma, mint az át nem keveredett talajoké.
- A Bükk-fennsíki talajok felvehető magnézium és kálium-tartalma átlagosan kisebb, mint az Aggteleki-Karszt vizsgált talajaié, amelyet a fennsík magasabb tengerszint feletti magassága és nagyobb évi csapadékmennyisége által fellépő erőteljesebb kilúgozás okozhat.
- A kalcium-tartalom mélységbeli változása a kőzettel való átkeveredéssel mutat összefüggést: az átkevert talajokban a kalcium-tartalom nő a mélységgel, míg a nem átkevert talajokban csökkenő kalcium mennyiség figyelhető meg. Azonban az aggteleki tölgyerdők nem átkevert talajai nagy részében a kalcium mennyiségének növekedése figyelhető meg a talajban lefelé haladva. Ez a rétegekhez képest erősebb kilúgozásra utalhat.
- A felvehető magnézium mennyisége a talajokban a mélységgel csökken, ám az aggteleki talajokban néhány esetben ellentétes irányú változás is megfigyelhető néhány tölgyerdei talaj esetében, amit szintén az erőteljesebb kilúgozás okozhat.
- A felvehető kálium mennyisége a mélységgel csökken, azaz a magnéziumhoz hasonlóan ellentétesen változik a kémhatással. A kálium-tartalom tekintetében kisebbek az egyes növényzeti típusokon belüli és közötti eltérések a másik két ionhoz viszonyítva.
- A Ca^{2+} - Mg^{2+} egymáshoz viszonyított mennyisége a legtöbb esetben nem mutat összefüggést, a rétek talajait kivéve. Az aggteleki réteknél fordított, míg a Bükk-fennsíki réteknél egyenes arányosság van a két ion mennyisége között.
- A Ca^{2+} és K^{+} egymáshoz viszonyított mennyisége jó összefüggést mutat a Bükk-fennsíki minták talajaiban: a nagyobb kalcium-tartalommal nagyobb kálium-tartalom jár együtt. Az aggteleki talajmintáknál ez az összefüggés

nem mutatható ki meggyőzően, bár az erdei talajokban magasabbak a korrelációs koefficiensek, mint a rétegekben.

- A Mg^{2+} - K^+ viszonya csupán a Bükk-fennsíki réteg talajaiban mutat összefüggést a korrelációs együtthatók értékeit tekintve. Az erdők, illetve az aggteleki réteg talajaiban a két ion mennyisége nincs közvetlen összefüggésben egymással.

IRODALOM

BÁRÁNY-KEVEI, I. (1980): Some data about the physical and chemical properties of the soil of karst dolines. - Acta Geographica Tomus XX. Szeged, p. 37-49.

BÁRÁNY-KEVEI, I. (1992): Karst soil as indicators of karst development in Hungarian karst. - Zeitschrift für Geomorphologie N.F., Supplement, 85, p. 101-110.

BÁRÁNY-KEVEI, I. (1995): Factors of the environmental system of karst. - Acta Geographica Szegediensis. Tom. XXXIV. Spec. Issue p. 155-161.

BÁRÁNY-KEVEI, I. (1998): Geoecological system of karsts. - Acta Carsologica XXVII, Ljubljana, p. 13-25.

BÁRÁNY, I. - JAKUCS, L. (1984): Szempontok a karsztok felszínformáinak rendszerezéséhez, különös tekintettel a dolinák típusaira. - Földrajzi Értesítő XXXIII., p. 259-265.

BÁRÁNY, I. - MEZŐSI, G. (1978): Adatok a karsztos dolinák talajökölógiai viszonyaihoz. - Földrajzi Értesítő XXVII, p. 65-73.

KEVEINÉ BÁRÁNY, I. - HOYK, E. - ZSENI, A. (1999): Karsztökölógiai egyensúlymegbomlások néhány hazai karszterületen. - Karsztfejlődés III. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, p. 79-91.

STEFANOVITS, P. (1992): Talajtan. - Mezőgazda Kiadó

ZÁMBÓ, L. (1986): A talajhatás jelentősége a karszt korróziós fejlődésében. - Kandidátusi értekezés, Kézirat

ZSENI, A. (1999): Research on the soils of karst areas in Hungary (example from Bükk Mountain). - Acta Carsologica, 28, Ljubljana, p. 203-210.

ZSENI, A. (2000 a): A talaj kémhatása és a növényzet kapcsolata néhány hazai karszterületen. - in print (konferenciakötet: Geográfus Dokgoranduszok V. Országos Konferenciája, 2000. okt. 6-7. Miskolc

ZSENI, A. (2000 b): Research of the soil reaction and carbonate content in karst areas of Hungary (Bükk Plateau, Aggtelek Karst). - in print (konferenciakötet: 4th Symposium On Karst Protection, 2000. nov. 3-5. Despotovac, Jugoszlávia)

