KARSZTFEJLŐDÉS VII.
Szombathely, 2002. pp. 281-295.

KARRMEZŐK TALAJAINAK VIZSGÁLATA MAGYARORSZÁGI ÉS ANGOL TERÜLETEKEN

ZSENI ANIKÓ
Szegedi Tudományegyetem, Természetföldrajzi Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2.
Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék, 9026 Győr, Egyetem tér 1. zseniani@sze.hu

Abstract: *Soil has an important role in the evolution of karstic features. In general, calcareous soils with high pH (pH of 7 to 9, calcium carbonate content is higher than 10 %) protect the underlying limestone almost completely from erosion, the soil water arriving at soil-bedrock interface is incapable of dissolving the bedrock. If the percolating water is not saturated, then solution will take place. Under acid soil limestone is extensively weathered. Erosion of limestone is most severe beneath deposits supporting acid vegetation and with a pH between 4 and 7 and a calcium carbonate content of 0 to 1 %.*
Soil samples were collected on limestone pavement areas of North England and on Karrenfelds of Aggtelek Karst and Villányi Mountain, Hungary. Samples are from runnels, grikes, different solutional and tectonical features of limestone. During the examination the pH and carbonate content of soils were measured. The questions are the followings: whether there is a connection between solutional power of soil (so pH and carbonate content) and the deepness, smoothness, roundness of limestone forms and whether has the proximity to limestone an effect on the soils. In the case of the English limestone pavements this connection can be proved but the Hungarian samples do not show this connection unambiguously: deep, rounded karren forms can be found under neutral soils. In these cases probably the solution effect of the earlier plant-root causes the striking solutional forms.

1. Bevezetés

A karrok fejlődésében igen nagy szerepe van a karsztos kőzeteket borító talajoknak. A talaj és a karrok kapcsolatának vizsgálata számos érdekes kérdést vet fel. Pl.: A talajjal kitöltött különböző eredetű karrformák jelenleg is alakulnak, avagy fejlődésük befejeződött? Milyen hatással van a mészkő közelsége a talajra?

A kérdések megválaszolására talajmintákat gyűjtöttünk be angliai mészkőjárdás területeken, a Szársomlyó (Villányi-hegység) karr-mezején és az Aggtelek község mellett található Ördögszántás területén. A vizsgálatok célja a következők tisztázása: van-e összefüggés a talajon keresztül szivárgó víz jelenlegi mészkőoldó képessége és a mészkő formakincsének simasága, lekerekítettsége, a formák mélysége között; és vajon a mészkő milyen hatással van a talajokra. Az angol és a magyar talajminták vizsgálata nem ugyanazt az eredményt hozta, ami felszínfejlődési folyamatuk különbözőségére utal.

A mészkőjárdák (limestone pavement) fejlődését és morfológiáját korábbi cikkünkben mutattuk be (*ZSENI A.– KEVEINÉ BÁRÁNY I.*, 2000), ezért most csak röviden összefoglaljuk ezeket.

A mészkőjárda a karrmezők olyan típusa, ahol a kopár sziklafelszínt repedések tagolják. A hasadékok (grike) és a köztük elhelyezkedő mészkőtömbök (clint) viszonylag szabályos mintázatának megjelenése miatt a felszíni forma a mesterséges járdákhoz hasonlít. A többnyire vetődések mentén létrejött hasadékok oldódással kinyíltak, szélesedtek és létrehozták a makrotopográfiát. A hasadékok szélessége 1 cm - 1 m lehet, hosszúsága 1-10 m, mélységük fél métertől néhány méterig változik. Gyakran megtelepednek bennük növények, amelyek alkalmazkodtak a speciális fényviszonyokhoz. A közöttük elhelyezkedő tömbök (clint) felszínének kiterjedése 1-10 m^2 (*FORD, D. – WILLIAMS, P.* 1989). A mészkőtömbök felületén különböző oldási mikroformák alakultak ki. Közülük leggyakoribb az oldási csatorna (Rillenkarr és Rinnenkarr), tányér alakú mélyedés (kamenitza), meanderkarr mélyedés és egyéb mikrodepressziók. Ezeket a mikroformákat az oldó víz, a növényzet gyökérsavai, illetve a vékony talajréteg alatti oldás hozta létre. A mészkőjárdák mai arculatának kialakításában fontos szerepet játszott a preglaciális mészkő tulajdonsága, a felszínt borító üledék vastagsága, a glaciális denudáció mértéke, a talajtakaró, valamint az antropogén hatások.

A talajoknak jelentős szerepe van a karrmezők formakincsének alakításában. Attól függően, hogy milyen típusú talaj milyen hosszú ideig borítja a mészkőfelszínt, illetve milyen régóta takarózott ki a talaj alól a kőzet, eltérő oldási formák alakulhatnak ki a mészkő felszínén. Ha röviden szeretnénk megfogalmazni a különbséget a talajborítás nélküli és a talajborítás alatti felszín formavilága között, akkor az mondható el, hogy a talajborítás nélküli felületeken éles, hegyes, csipkés formák jönnek létre, míg a talajborítás alatt lekerekített formák alakulnak ki. A kopár felszínek csak időszakosan vannak kitéve a csapadékvíz nem jelentős erejű oldó hatásának. A csapadékvíz megjelenésekor csak a kőzet gyorsan, könnyen oldható részei oldódnak. A létrejött formák az oldódás kinetikájával vannak összefüggésben, a kémiai reakciók szerepe korlátozott.

A talajtakaró alatt lejátszódó folyamatok esetében bonyolultabb a helyzet. Az oldódás mértékében meghatározó szerepe van a talajok kémhatásának. A 7-9 pH-jú, 10 % -nál magasabb szénsavas mész tartalmú talaj megvédi a mészkövet az oldódástól. A szivárgó víz ugyanis karbonátokkal telítődik a talajszelvényben, ezért az alapkőzethez érkezve már nem képes a kőzet oldására (*TRUDGILL, S.* 1985). Ha viszont a talajon átszivárgó víz nem telítődik, a mészkőkorrózió intenzív. A mészkő korróziója a 4-7 pH-jú, 0-1 % karbonát-tartalmú, savanyú vegetációjú talajok alatt a legjelentősebb

(*TRUDGILL, S.* 1985). A talaj alatt sima, lekerekített, gömbölyded formák fejlődnek, viszonylag sekély bevágódásokkal.

A talaj kémhatásán és szénsavas mész tartalmán kívül a talajnedvesség-eloszlás, a vízelvezetés mértéke, a talaj szöveti tulajdonságai, a talaj mélysége, a lefolyó víz mértéke, a lejtés szöge, a növényzet, a mészkő jellemzői egyaránt hatással vannak a talaj alatti oldásra és a létrejövő formákra.

2. Vizsgálati módszerek

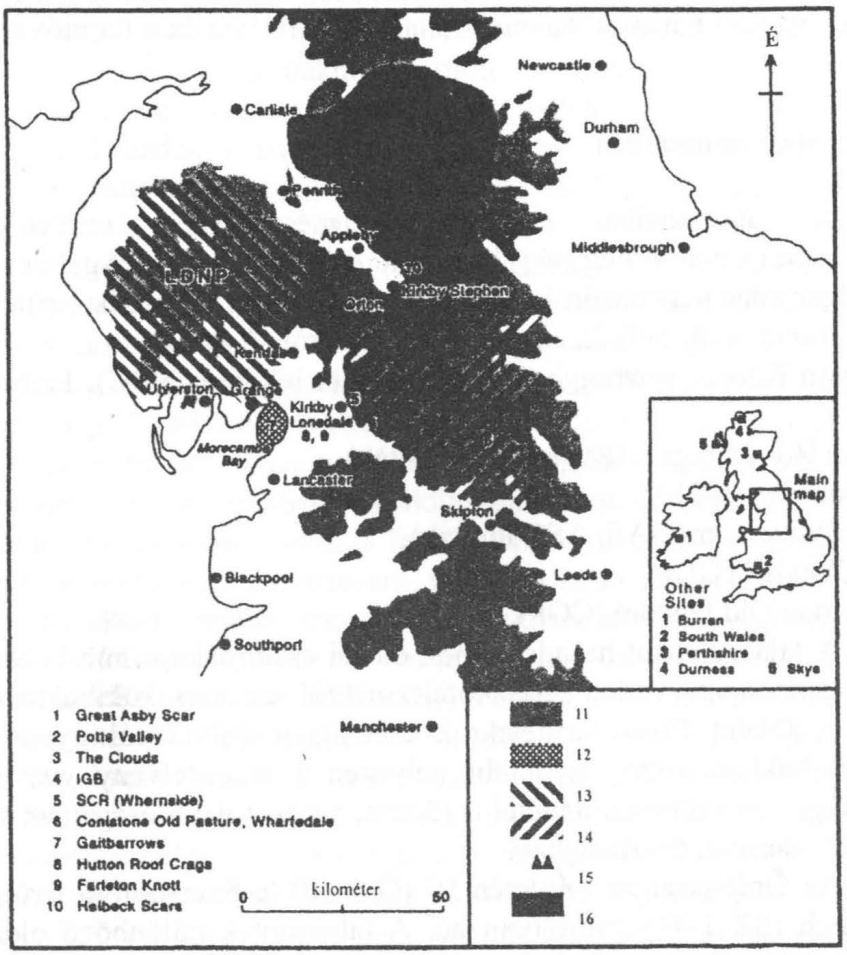
A talajmintákat észak-angliai mészkőjárdás területekről, a Szársomlyó (Villányi-hegység) karrmezőjéről, valamint az Aggtelek melletti Ördögszántás karrmezőről gyűjtöttünk be. A mészkőjárdák területéről 60 db talajmintát gyűjtöttünk, az alábbi területekről (*1. ábra*):

- Farleton Knott: Newbiggin Crags (a minta jelölése: NBC), Farleton Fell (FF),
- Hutton Roof Crags (HRC és UBP minták),
- Gaitbarrows (GBS),
- Great Asby Scar (GAS, ASC minták),
- The Clouds (TCL),
- Conistone Old Pasture (COP).

A talajmintákat hasadékokból, oldási csatornákból, mészkőkibukkanások lábától, közvetlen mészkőfelszínekről és mészkőkibukkanásoktól távolabb, főként füves területekről, esetenként dolinákból gyűjtöttük. A mészkőkibukkanásoktól távolabbi helyeken a talajszelvény viszonylagos vastagsága miatt több mintavétel is történt, a talaj tulajdonságainak szembetűnő változásaival összhangban.

Az Ördögszántás területén 50 (Ö 1-50), a Szársomlyó területén 41 talajmintát (SZ 1-41) gyűjtöttem be. A talajminták különböző oldási formákból, tektonikus eredetű hasadékokból, mészkőkibukkanások lábától, mészkőblokkok felszínéről és a mészkőkibukkanásoktól néhány méterre lévő füves területekről származnak. Az Ördögszántás területén többségében a gyökérkarrokat kitöltő talajok jelentik az oldási formák mintáit. A Szársomlyón azonban csupán 3 talajmintát tudtam gyökérkarrokból begyűjteni, azok ritkasága miatt, így ott főként egyéb, talaj alatti oldási mélyedésekből történt az oldási formák talajmintavételezése. Ismeretes, hogy mind az Ördögszántás, mind a Szársomlyó karrmezője az antropogén hatásra bekövetkező talajerózió következtében takarózott ki a korábbi teljes talajborítás alól. A két terület talajai elsősorban a szervesanyag-tartalomban különböznek. A Szársomlyón előforduló talajok mindegyike gyökerekkel igen

sűrűn átjárt, és szerves maradványokban igen gazdag, kis agyagtartalmú, kis sűrűségű talaj. Az Ördögszántás területén nagyobb agyagtartalmú, kevesebb szervesanyagot tartalmazó talajok fordulnak elő.



1. ábra: Nagy-Britannia mészkőjárdás területei
Jelmagyarázat: 1.: 190 m feletti területek 2.: Arnside/Silverdale Természeti Érték 3.: Lake District Nemzeti Park 4.:Yorkshire Dales Nemzeti Park 5.: Whernside, Ingleborough 6.: Észak Penninek Természeti Érték
Figure 1.: Limestone pavement areas in Great Britain
Legend: 1.: 190 m feletti területek 2.: Arnside/Silverdale Természeti Érték 3.: Lake District Nemzeti Park 4.:Yorkshire Dales Nemzeti Park 5.: Whernside, Ingleborough 6.: Észak Penninek Természeti Érték

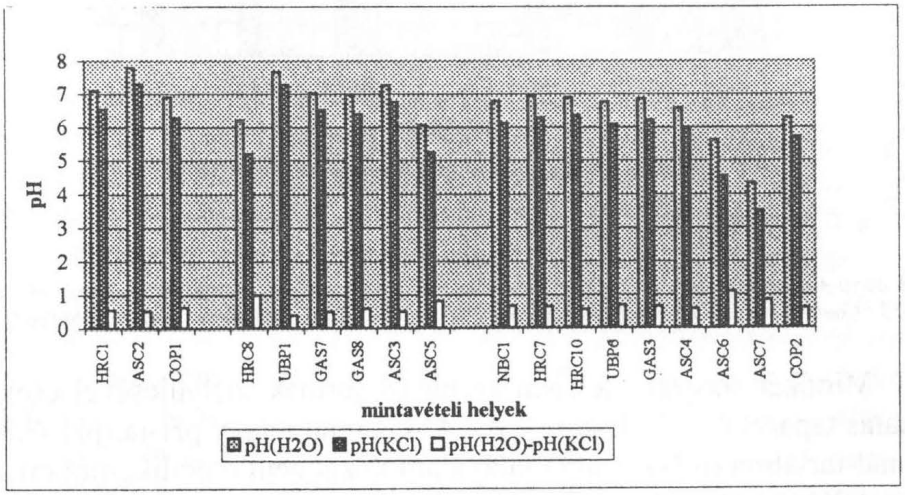
A talajok kémhatását 1:2,5-ös szuszpenzióban (desztillált vízzel ill. 1 mol/dm^3 KCl oldattal) határoztuk meg. Kiszámoltuk a ΔpH-értékeket is (= pH(H_2O) - pH(KCl)). A ΔpH a talajok savanyodási tendenciájáról ad információt: savanyú talajokban értéke általában 0,2-0,5, az ennél magasabb, 1

körüli értékek viszont a talajok savanyodási tendenciáját jelzik. A szénsavas mész tartalmat Scheibler-féle kalciméterrel határoztuk meg.

3. Az adatok értékelése

3.1. A mészkőjárdák talajai

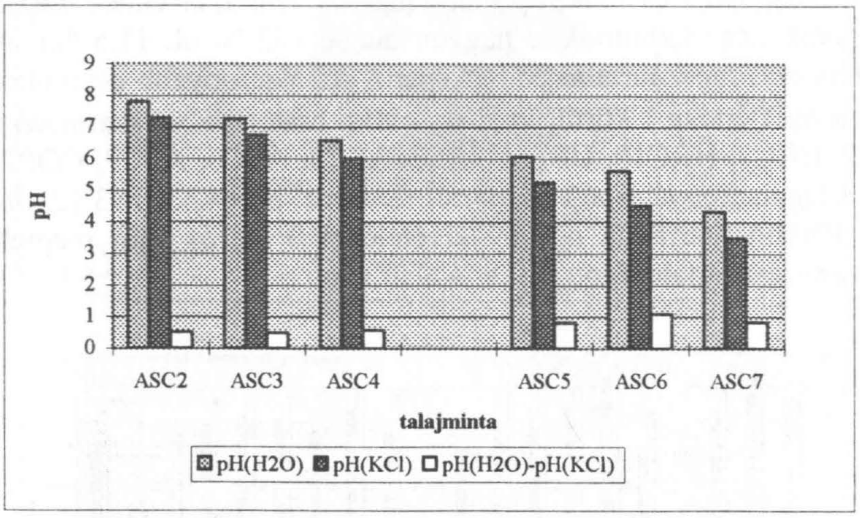
A talajminták egy részét az alapján csoportosítottuk, hogy azok sík mészkőfelszínek felületéről, sekély oldási csatornákból (pár cm-es mélységű csatornák) vagy mélyebb oldási csatornákból származnak. A csoportosítás célja az volt, hogy megvizsgálhassuk, van-e összefüggés a talaj kémhatása és az oldási formák mélysége, azaz az oldódás intenzitása között (*2. ábra*). A sík felszíneken található talajok (HRC1, ASC2, COP1) pH-ja 6,91-7,8 (*2. ábra*). Az ASC2 minta karbonát-tartalma 6 %, a másik kettőé csekély, 0,5 % alatti. A ΔpH értéke alacsony. A sekély oldási csatornákból származó talajok (HRC8, UBP1, GAS7, GAS8, ASC3, ASC5) kémhatása pH=6,06-7,67 (*2. ábra*). Az UBP1 és az ASC3 minta pH-ja 7 feletti, és ennek megfelelően a szénsavas mész tartalmuk is nagyon magas (42 % ill. 11,5 %). A többi talaj szénsavas mész tartalma 0,5 % alatti. Az alacsonyabb kémhatású talajokban a ΔpH értéke 1 körüli. A mély oldási csatornákból származó talajok ((NBC1, HRC7, HRC10, UBP6, GAS3, ASC4, ASC6, ASC7, COP2) kémhatása a legalacsonyabb a 3 csoportot tekintve: pH=4,33-6,93 (*2. ábra*). A talajok karbonát-tartalma néhány kivételével 0 %, és ahol megjelenik a szénsavas mész tartalom, ott is 0,8 % alatt van.



2. ábra: Sík mészkőfelszínek, sekély és mély oldási csatornák talajainak kémhatása, mészkőjárdák, Észak-Anglia
Figure 2.: pH of soils, which were collected from flat surfaces, shallow runnels and deep runnels, limestone pavements, North-England

Az eredmények igazolják azt a hipotézist, hogy a savanyúbb talajok mélyebb oldási formákat hoznak létre, a nagyobb oldóképességüknek köszönhetően.

A mészkőfelszínek formája gyakran igen kis távolságokon belül változik. Egymástól néhány méterre találhatóak a talajjal borított sík mészkőfelszínek, az ugyancsak talajkitöltésű sekély oldási csatornák és a mélyebb oldási csatornák. Az ASC2-3-4 minták ilyen területekről származnak. A 2-es minta talajjal borított sík mészkőfelszínen található, a 3-as egy attól néhány méterre lévő sekély oldási csatornából, a 4-es pedig egy néhány méterrel még távolabb lévő mély oldási csatornából származik. Ugyanilyen mintavételezés történt az ASC5-6-7 minták esetében, azaz az 5-ös minta sík mészkőfelszínről, a 6-os egy néhány méterre lévő sekély oldási csatornából, a 7-es pedig egy néhány méterre levő mély oldási csatornából származik. Az ASC5-6-7-es mintavételezési helyen savanyú vegetáció található.



3. ábra: A talaj kémhatása és a mészkő formakincse közötti összefüggés, mészkőjárdák, Észak-Anglia
Figure 3.: Connection between pH of soils and the features of limestone, limestopne pavements, North-England

Mindkét sorozat esetében az oldási formák mélyülésével csökkenő kémhatás tapasztalható (*3. ábra*). Az ASC2 minta nagy pH-ja (pH=7,80) és karbonát-tartalma (6 %) miatt a talaj alatti kőzet nem oldódik, míg ott ahonnan az ASC4 minta származik 0 % karbonát-tartalom, az alacsony pH miatt a kőzet oldódik. A közbeeső ASC3 minta környezetében, ahol a pH nagy és karbonát-tartalma még jelentős, védettséget nyújt az oldódással szemben, de a sekély oldási csatorna már jelzi, hogy az oldódás lejátszódhat.

Az ASC5-6-7 mintasorozatnál ugyanúgy megfigyelhető a kémhatás csökkenése az oldási formák mélyülésével (*3. ábra*). Itt egyik talajban sem találtunk szénsavas meszet, a kémhatások alacsonyabbak, mint az ASC2-3-4 mintasorozatnál. Az alacsonyabb kémhatás egyik indikátora a növényzet. Különösen az ASC5 minta esetében valószínűsíthető, hogy ezek a talajok csak a közelmúltban savanyodtak el ilyen mértékben. Az ASC5 minta talaja alatti sík mészkőfelszín ugyanis azt jelzi, hogy a talaj megvédte a felszínt az oldódástól. A savanyodásra való hajlamot a ΔpH magas, 1 körüli értéke is jelzi.

E két mintasorozat jól szemlélteti a talaj kémhatása és a mészkő oldódása közötti összefüggést.

A talajminták másik csoportját mészkőkibukkanások közvetlen közelében (a mészkőjárdák lábainál) és az azoktól minimum néhány méterrel távolabb gyűjtött mintákból képeztük. A kibukkanásoktól távol lévő talajok mélysége több 10 cm is lehet, így lehetőség volt a szelvényből több mintát gyűjteni. Két mintavételi hely kivételével minden esetben nő a kémhatás a mélységgel, de az említett esetekben sem jelentős a kémhatás csökkenése. Ez arra utal, hogy a mélységgel csökken a kilúgozás, ami az alapkőzet közelségével hozható összefüggésbe. Az adatokból kiderül, hogy a mészkövekkel közvetlenül érintkező talajok kémhatása magasabb, mint az azoktól távolabb található talajoké (*ZSENI A.– KEVEINÉ BÁRÁNY I.* 2000). A mészkőkibukkanások közvetlen közelében lévő talajok kémhatása pH=6,0-6,7 közötti, karbonát-tartalmuk 0 % (*ZSENI A.– KEVEINÉ BÁRÁNY I.* 2000). A kibukkanásoktól távolabbi dolinák, gyepes foltok talajai savanyú kémhatásúak, magas, 1 körüli a ΔpH, és ezekkel összefüggésben szénsavas mész tartalmuk 0 % (*ZSENI A. – KEVEINÉ BÁRÁNY I.* 2000).

Két esetben - az FF4-5-6 és a HRC4-5-6 mintasorozatokkal - célzottan úgy vettük fel a talajmintákat, hogy megvizsgálhassuk a mészkőjárdák peremein (FF6 és HRC6) és a tőlük néhány méterre lévő füves foltokon található talajok kémhatása közötti különbséget. A füves foltok talajai néhány 10 cm mélységűek, így a 4-es minták a felszíni, az 5-ös minták az alatta lévő, színében, szervesanyag-tartalmában, agyagtartalmában különböző szintből származnak. A kémhatás ugrásszerűen megnő a csupán néhány méterre található, mészkővel közvetlen érintkezésben lévő talajokban, a pH=6,6-6,7 (*4. ábra*). A gyepes foltok talajainak kémhatása igen alacsony, a pH csupán 4 körül van, a mélységgel kismértékben nő. A ΔpH jóval magasabb (1 körüli érték), mint a mészkővel közvetlenül érintkező talajokban. Karbonát egyik talajból sem volt kimutatható.

I. táblázat
Table I.

A talajok kémhatása és karbonát-tartalma, Ördögszántás, Aggteleki Karszt

pH and carbonate content of soils, Ördögszántás, Aggtelek Karst

Mintavételi helyek	Ördögszántás	pH(H_2O)	pH(KCl)	ΔpH	Karbonát tartalom [%]
Gyökérkarr	1.	7,81	7,03	0,78	0,5
	5.	7,28	6,64	0,64	0,3
	11.	7,40	6,89	0,51	0,7
	16.	6,95	6,34	0,61	0,2
	19.	7,25	6,51	0,74	0,2
	28.	7,40	6,71	0,69	0,4
	29.	7,30	6,70	0,60	0,2
	35.	7,00	6,31	0,69	0,2
	36.	7,43	6,71	0,72	0,2
	37.	7,90	7,10	0,80	2,2
	41.	7,15	6,46	0,69	0,2
	43.	7,69	6,91	0,78	0,2
	45.	7,31	6,61	0,70	0,2
	46.	7,33	6,60	0,73	0,3
	47.	7,29	6,51	0,78	0,2
	48.	7,43	6,39	1,04	0,2
	49.	7,45	6,70	0,75	0,2
	50.	7,78	7,01	0,77	0,4
Egyéb oldási formák	6.	7,49	6,84	0,65	0,3
	14.	7,02	6,33	0,69	0,2
	17.	7,07	6,26	0,81	0,1
	18.	7,27	6,50	0,77	0,2
	20.	7,45	6,79	0,66	0,8
	25.	7,67	6,86	0,81	0,5
	34.	7,43	6,70	0,73	0,2
	42.	7,48	6,65	0,83	0,2
	44.	7,35	6,71	0,64	0,2
Tektonikus hasadékok	2.	7,31	6,70	0,61	0,3
	3.	7,11	6,45	0,66	0,1
	10.	7,95	7,19	0,76	0,9
	13.	7,41	6,66	0,75	0,1
	23.	7,37	6,52	0,85	0,1
	27.	7,90	7,05	0,85	0,5
	30.	7,09	6,45	0,64	0,2
	38.	7,20	6,57	0,63	0,2
	39.	7,40	6,63	0,77	0,1
	40.	7,40	6,61	0,79	0,2
"karcolt" sík felszín	12.	7,17	6,51	0,66	0,2
	15.	6,95	6,23	0,72	0,3
	32.	6,50	5,78	0,72	0,1
	33.	6,74	6,26	0,48	0,2
"sima" sík felészín	4.	7,21	6,38	0,83	0,1
	22.	7,22	6,41	0,81	0,2
	24.	7,72	6,76	0,96	0,2
	26.	7,72	6,70	1,02	0,3
	31.	6,86	6,24	0,62	0,1
Mészkőkibukkanás mellől	7.	6,89	6,12	0,77	0,1
	21.	7,14	6,48	0,66	0,1
"nyílt" terület	8.	6,90	6,26	0,64	0,2
	9.	6,80	6,33	0,47	0,2

II. Táblázat
Table II.

A talajok kémhatása és karbonát-tartalma, Szársomlyó, Villányi-hegység

pH and carbonate content of soils, Szársomlyó, Villányi Mountain

Mintavételi helyek	Szársomlyó	pH(H_2O)	pH(KCl)	ΔpH	Karbonát tartalom [%]
gyökérkarr	4.	7,07	6,62	0,45	0,8
	39.	7,61	6,74	0,87	1,1
	40.	7,66	6,72	0,94	0,9
	41.	7,39	6,58	0,81	0,3
egyéb oldási formák	14.	7,23	6,56	0,67	0,2
	17.	6,87	6,2	0,67	0,1
	18.	6,66	6,07	0,59	0,3
	21.	7,06	6,51	0,55	0,5
	26.	7,11	6,90	0,21	1,3
	28.	7,27	6,66	0,61	1,1
	30.	6,86	6,15	0,71	0,2
	31.	6,51	5,90	0,61	0,2
	32.	6,99	6,42	0,57	0,2
	33.	7,14	6,70	0,44	0,6
	38.	6,83	6,16	0,67	0,2
tektonikus hasadékok	3.	6,84	6,24	0,60	0,3
	9.	7,36	6,51	0,85	0,2
	10.	7,04	6,25	0,79	0,2
	16.	7,23	6,63	0,60	0,5
	20.	6,96	6,32	0,64	0,1
	25.	6,51	5,97	0,54	0,3
	27.	6,70	6,09	0,61	0,2
	29.	7,20	6,45	0,75	0,3
	37.	7,12	6,40	0,72	0,2
"karcolt" sík felszín	8.	7,06	6,39	0,67	0,2
	11.	7,02	6,43	0,59	0,5
	22.	7,23	6,66	0,57	1,5
"sima" sík felszín	2.	6,86	6,41	0,45	0,2
	15.	6,95	6,39	0,56	0,2
	19.	6,76	6,16	0,60	0,2
	23.	7,05	6,50	0,55	0,4
	24.	7,29	6,59	0,70	0,5
Mészkőkibukkanás mellől	1.	7,00	6,30	0,70	0,2
	5.	6,86	6,30	0,56	0,1
	12.	6,53	5,84	0,69	0,1
	34.	7,00	6,25	0,75	0,1
"nyílt" terület	6.	6,33	5,62	0,71	0,1
	7.	6,81	6,08	0,73	0,1
	13.	6,86	6,22	0,64	0,1
	35.	6,74	5,93	0,81	0,1
	36.	7,00	6,18	0,82	0,1

III. táblázat
Table III:

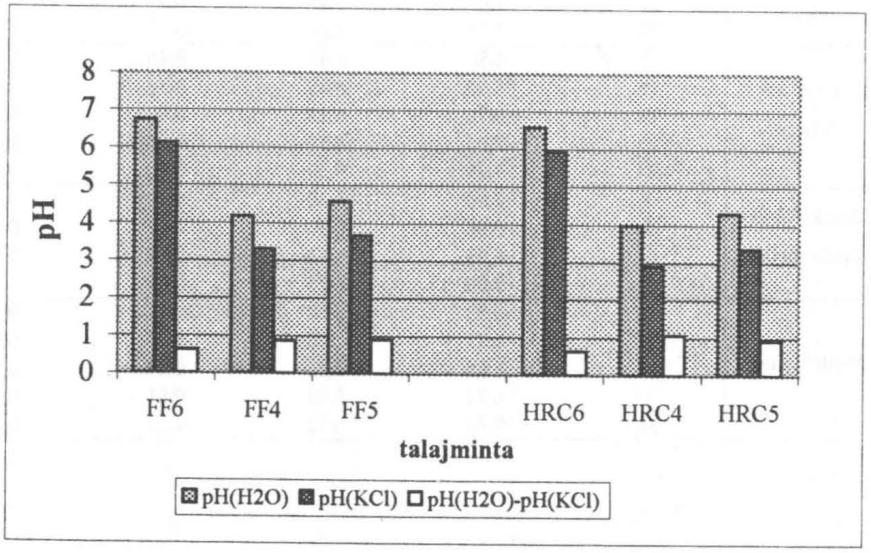
A kémhatás és a karbonát-tartalom átlagai

Means of pH and carbonate content

Mintavételi helyek	pH(H_2O)		pH(KCl)		ΔpH		karbonát tartalom [%]	
	Ördög-szántás	Szár-Somlyó	Ördög-szántás	Szár-somlyó	Ördög-szántás	Szár-somlyó	Ördög-szántás	Szár-somlyó
Gy	7,40	7,43	6,67	6,67	0,72	0,77	0,4	0,8
O	7,36	6,96	6,63	6,38	0,73	0,57	0,3	0,5
Gy+O	7,38	7,20	6,65	6,53	0,73	0,67	0,3	0,6
T	7,41	7,00	6,68	6,32	0,73	0,68	0,3	0,3
Sk	6,84	7,10	6,20	6,49	0,65	0,61	0,2	0,7
Ss	7,35	6,98	6,50	6,41	0,85	0,57	0,2	0,3
M	7,02	6,85	6,30	6,17	0,72	0,68	0,1	0,1
Ny	6,85	6,75	6,30	6,01	0,56	0,74	0,2	0,1

Jelmagyarázat: Gy: gyökérkarr, O: egyéb oldási forma, T: tektonikus hasadék, Sk: "karcolt" sík felszín, Ss: "sima" sík felszín, M: mészkőkibukkanás mellől, Ny: nyílt füves terület

Legend: Gy: soils from root-karren, O: soils from other solutional forms, T: soils from tectonical fissures, Sk: soils from "etched" flat surfaces, Ss: soils from "smooth" flat surfaces, M: soils at foot of limestone outcrop, Ny: soils from grass patches



4. ábra: A mészkő közelsége és a talaj kémhatása közötti összefüggés, mészkőjárdák, Észak-Anglia
Figure 4. Connection between pH of soils and proximity to limestone, limestone pavements, North-England

A tektonikus hasadékokból származó talajminták kémhatása igen változatos: pH = 5,5-7,5. A savanyú talajok magas, 1 körüli ΔpH-val rendelkeznek.

3.2. Az Ördögszántás és a Szársomlyó talajai

A talajmintákat aszerint csoportosítottuk, hogy azok különböző oldási karr-formákból, hasadékokból, viszonylag sík mészkőfelszínek tetejéről vagy a mészkőkibukkanásoktól távolabbi füves területekről származnak. Az oldási formák talajait két részre osztottuk: a gyökérkarrokból és az egyéb oldási formákból származó talajokra. A sík mészkőfelszínekről gyűjtött talajmintákat is két csoportba rendeztük aszerint, hogy teljesen sima mészkőfelszínről (vagyis ahol a talaj alatt oldási folyamat nem valószínűsíthető) vagy „*karcolt*" felületről (ahol a makroszkopikusan sík felületen kicsiny oldási formák észlelhetőek a talaj alatt) származnak.

Az angliai talajvizsgálatok eredményeinek ismeretében azt vártuk, hogy nagy különbségek lesznek a különböző karsztformákból, karsztformákról gyűjtött talajminták kémhatásaiban. Az eredmények azonban csak kis eltéréseket mutatnak (*I., II. táblázat*). Az Ördögszántáson a legalacsonyabb pH(H_2O) = 6,50, a legmagasabb pedig 7,95, míg a Szársomlyó esetében ezek az értékek 6,33 és 7,66 (az angliai talajmintáknál 3,73 és 7,67 a két szélső érték). A ΔpH értékek általában magasabbak, mint amelyet semleges és gyengén savanyú kémhatású talajok esetében várnánk. A talajok szénsavas mész tartalma alacsony, általában 0,5 % alatti, és a legmagasabb érték is csupán 2,15 %. Az alacsony szénsavas mész tartalmú talaj valószínűleg nem képes teljesen megvédeni az alatta fekvő mészkövet az oldástól, mivel csekély a talaj karbonáttelítődési képessége.

Az Ördögszántás gyökérkarrjait kitöltő talajok pH-ja és szénsavas mész tartalma hasonló a Szársomlyó gyökérkarrjai talajához: semleges és gyengén lúgos kémhatás, alacsony szénsavas mész tartalom. A ΔpH értékek magasabbak, mint azt ilyen kémhatásoknál várnánk. (*I., II. táblázat*).

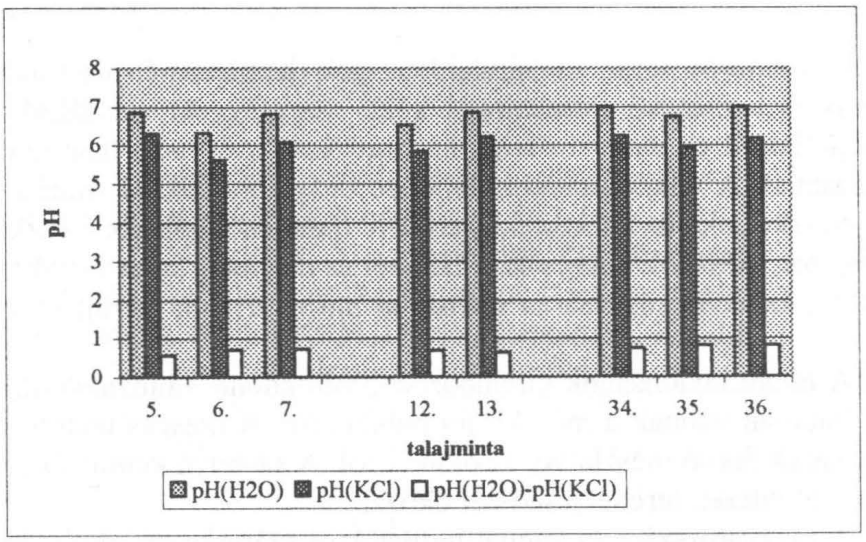
Az egyéb oldási formákból gyűjtött talajok az Ördögszántás területén kicsit magasabb pH-val rendelkeznek, mint a Szársomlyón (*III. táblázat*). A Szársomlyó talajainak ΔpH-ja alacsonyabb, mint az Ördögszántás talajainál tapasztalt, ami kisebb savanyodási tendenciát jelez az egyéb oldási formák esetében a Szársomlyón. A gyökérkarrok és az egyéb oldási formák talajai között az ördögszántási minták esetében nincs jelentős különbség. A Szársomlyón a gyökérkarrok talajainak pH-ja kb. 0,5-del magasabb, mint az egyéb oldási formák talajaié (*III. táblázat*).

Meglepő a különbség az angliai mészkőjárdák területén található oldási formákból gyűjtött talajok és a magyarországi karrmezők oldási formáit kitöltő talajok között. Az angliai minták esetében az alacsony kémhatások (a vizes pH átlaga az oldási formák talajaiban: 6,61) jelenleg is zajló oldási folyamatokat mutatnak. A magyarországi minták kémhatása azonban azt jelzi, hogy a talaj elég jól megvédheti az alatta fekvő mészkövet az oldástól. A talajok alacsony szénsavas mész tartalma azonban valószínűleg nem teszi lehetővé a talajon átszivárgó víz telítődését, így a védelem bizonyára nem teljes. A jelenlegi talaj-pH ismeretében arra kell következtetnünk, hogy ezek az oldási formák vagy korábbi folyamatok eredményeként alakultak ki, vagy olyan folyamatok játszódnak le jelenleg a talajokban, amelyek időszakosan (évszak, napszak) az oldási folyamatok felerősödését okozzák. A szársomlyói talajmintákat 2001 áprilisában, az ördögszántásiakat 2001 szeptemberében gyűjtöttük. Az Ördögszántáson 1998 júliusában – egy másik kutatás keretében – is történt már egy mintavételezésünk, amely talaj azonban teljesen hasonló kémhatással és szénsavas mész tartalommal rendelkezik, mint az őszi vizsgálatkor tapasztaltak. Ezek ismeretében inkább az állítható, hogy a karrmezők oldási formái (nemcsak a jól ismert gyökérkarrok, de az egyéb formák is) korábban keletkeztek. Talán a talaj egykori savasabb volta segítette a kialakulásukat, vagy a maihoz hasonló kémhatású, azaz csekély oldóképességű talaj igen hosszú ideig tartó hatásaként jöttek létre a jelenleg megfigyelhető formák. A jelenlegi talajkitöltés segíti a formák konzerválást, de úgy tűnik, jelentős mértékű oldási folyamatokhoz már nem járul hozzá. Minthogy a gyökérkarrok a területet borító korábbi növényzet főként gyökérsavak általi oldása következtében alakultak ki, így ezek esetében tudjuk, hogy nem a jelenlegi talajok felelősek a kialakulásukért.

A hasadékokból származó talajminták kémhatása és szénsavas mész tartalma hasonló az oldási formák talajainál tapasztaltakhoz. A szársomlyói tektonikus hasadékokból származó talajminták átlagos kémhatása 0,2 pH-val alacsonyabb az oldási formák talajai átlagánál, az Ördögszántáson azonban gyakorlatilag nincs különbség a tektonikus és az oldási eredetű formákból származó talajok kémhatása között. (*I., II., III. táblázat*).

További érdekes kérdést jelent, hogy vajon van-e különbség a teljesen sima felszínű sík mészkövet borító talajok (ahol a forma alapján nem feltételezünk oldódást) kémhatása és azon sík felszínekről származó talajok kémhatása között, ahol kis oldási karcolatok, csatornácskák találhatók a talajborítás alatt. Az Ördögszántás talajai esetében az oldódás és a talaj kémhatása közti összefüggés ezt bizonyítani látszik. A „*karcolt*", oldódási formákat mutató felszíneket borító talajok kémhatása savasabb (átlag

pH(H_2O) = 6,84), mint a teljesen sima felszíneket borító talajoké (átlag pH(H_2O) = 7,35) (*I., III. táblázat*). A Szársomlyóról származó talajmintáknál azonban nem mutatható ki ilyen összefüggés. Sőt, a teljesen sima felszínű mészkőfelületek talajai kis mértékben savanyúbbak és magasabb mész tartalommal rendelkeznek (átlag pH(H_2O) = 6,98), mint a karcolt felszíneket borító talajok (átlag pH(H_2O) = 7,10) (*II., III. táblázat*). A Szársomlyón a sík felszínek talajainak ΔpH-értékei kisebb savanyodási tendenciát jeleznek, mint az Ördögszántás esetében. Az angol mészkőjárdás területek sík mészkőfelszíneiről gyűjtött talajok kémhatása az Ördögszántás sík felszíneket borító talajaiéhoz hasonló, a ΔpH-értékei azonban a Szársomlyó talajaival mutatnak egyezést.



5. ábra: A mészkő közelsége és a talaj kémhatása közötti összefüggés,Szársomlyó, Villányi-hegység
Figure 5. Connection between pH of soils and proximity to limestone, Szársomlyó Hill, Villányi Mountain

Hasonlóan az angliaihoz, a magyar karrmezőkön is gyűjtöttünk talajmintákat mészkőkibukkanások lábainál és a tőlük néhány méterre lévő, feltételezhetően mélyebb talajrétegű füves területekről. Ezek az összetartozó talajminták a következők: Ö 7-8-9, SZ 5-6-7, SZ 12-13 és SZ 34-35-36. Az Ö 7, SZ 5, SZ 12 és SZ 34-es minták közvetlenül a mészkőkibukkanások mellől származnak. Az Ö 8-9, SZ 6-7, SZ 13 és SZ 35-36 minták a mészkőkibukkanások közeli füves területekről származnak. Az SZ 13 esetében kb. 10 cm volt a talajvastagság, a többi esetében 15-20 cm. Az Ö 8, SZ 6, SZ 13, SZ 35 a talaj felső 10 cm-éből származnak, míg az Ö 9, SZ 7 és SZ 36 mélyebbről, 10-15 cm-ről. A mérések eredményei nem mutatják az angliai mintáknál tapasztalt jelentős különbséget a kémhatásban (*4., 5. ábra*). Az Ö 7-8-9 talajminták kémhatásai lényegesen nem különböznek (*I. táblázat*). Az

SZ 5-6-7 és SZ 34-35-36 minták már mutatnak némi különbséget a mészkőkibukkanások lábánál és a tőlük távolabb elhelyezkedő talajok kémhatása között, de ez utóbbiak kémhatása korántsem olyan savas, mint az angliai mintáké. A füves foltok mélyebbről (gyakorlatilag az alapkőzetről) származó talajainak kémhatása megegyezik a mészkőkibukkanás lábánál lévő talaj kémhatásával. Ennek a legfőbb oka a magyarországi és angliai területek talajvastagságának különbözőségében rejlik: a magyarországi karrmezőkön vastag talajborítás sehol nem volt található, így a mészkő közelsége magas pH-t eredményezett a füves foltok esetében is, míg az angliai területeken a mészkőkibukkanásoktól távolabb mély talajokkal találkoztunk.

4. Összefoglalás

A kutatások során a talajtulajdonságok (kémhatás és szénsavas mész tartalom) és a mészkő formakincse közti összefüggést vizsgáltuk angliai mészkőjárdákról és magyarországi karrmezőkről származó talajminták felhasználásával. A talajmintákat különböző oldási formákból (oldási csatornák, gyökérkarrok stb.), tektonikus eredetű hasadékokból, sík mészkőfelszínek tetejéről, mészkőkibukkanások lábaitól és nagyobb füves foltokról gyűjtöttük. A talajok kémhatása és szénsavas mész tartalma került meghatározásra.

A talajtulajdonságok különbözőségéből adódó változatos oldási feltételek hatással vannak a mészkő formakincsére. A meszes talajok megvédik az alattuk fekvő mészkövet az oldódástól. A savanyú kémhatás az oldási formák mélyülését, terebélyesedését okozza.

A magyarországi és angliai területekről származó talajminták összehasonlítása a következő főbb eredményeket mutatja.

- Az angliai minták esetében a különböző karsztos formákat borító, kitöltő talajok kémhatásában jelentős különbség tapasztalható. Annak ellenére, hogy a magyarországi karrmezőkön is megfigyelhető a formakincs kis területen belüli előforduló változatossága, a talajkémhatásokban az angliai talajok változatosságához képest csupán kis eltérések figyelhetők meg. Mind a Szársomlyó, mind az Ördögszántás karrmezejének talajai homogénebbek. Az angliai mészkőjárdák területén azonban nemcsak a formakincs, hanem a talaj kémhatása is változik kis távolságokon belül.
- Az angliai talajok mérési eredményei igazolják, hogy a savanyúbb talajok alatt mélyebb oldási formák jönnek létre, mivel az oldóképességük nagyobb, mint a semleges talajoké.
- A magyarországi karrmezők mély és jól kifejlett oldási mélyedéseiből származó talajainak semleges és gyengén lúgos kémhatása arra enged kö-

vetkeztetni, hogy a talajok megvédik az alattuk lévő mészköveket az oldódástól (bár az alacsony szénsavas mész tartalom nem teszi lehetővé a talajon átszivárgó víz telítődését, így a védelem bizonyára nem teljes). A talajkémhatások tehát nem jeleznek erőteljes, jelenben lejátszódó oldási és karrformálási folyamatokat. Ezen oldási formák kialakulása a múltban történt (ami a gyökérkarrok esetében ismert), vagy – kevésbé valószínűen - esetleg a talaj kémhatásának időszakos (évszakos, napi) savanyodása okozhatja a megfigyelt oldási formák jelenkori alakulását

- Az angliai vizsgálatok igazolják, hogy a mészkőkibukkanások lábainál a mészkővel közvetlen érintkezésben lévő talajok pH-ja jóval magasabb, mint a tőlük távolabb, füves foltokon elhelyezkedő, mészkővel közvetlenül nem érintkező talajok, azaz nemcsak a talajnak van hatása a mészkő formakincsére, hanem a mészkő közelsége is befolyásolja a talajok kémhatását.

IRODALOM

FORD, D.-WILLIAMS, P. (1989): Karst geomorphology and hydrology. - Published by Chapman & Hall, London, p. 601

SWEETING, M. M. (1966): The weathering of limestone (with particular reference to the Carboniferous limestone of Norhern England). - In: Essays in Geomorphology (editor: G. H. Dury), Heinemann, London, p. 177-210.

TRUDGILL, S. (1985): Limestone geomorphology. - In: Geomorphology Texts 8. (edited by K. M. Clayton), Longman, p. 53-70.

ZSENI, A.-KEVEINÉ BÁRÁNY, I. (2000): Nagy-Britannia mészkőjárdái és a talaj hatása azok fejlődésében. – Karsztfejlődés V. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, p. 181-194.