

A DOLOMITJELENSÉG: KÖZETTANI, TALAJTANI ÉS NÖVÉNYZETI ÖSSZEFÜGGÉSEK (KÖZET-, TALAJ- ÉS NÖVÉNY ELEMZÉSEK MAGYARORSZÁGI MÉSzkŐ- ÉS DOLOMIT SZIKLAGYEPEKKBEN)

KUN ANDRÁS¹, TÓTH TIBOR², SZABÓ BRIGITTA³, KONCZ JÓZSEF²

¹ MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, 2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2-4.

² MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, 1022 Budapest, Herman O. u. 15.

³ Szie Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Környezetgazdálkodási Intézet,
2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Elfogadva: 2005. április 10.

Kulcsszavak: dolomit, mészkő, aprózódás, lejtőforma, talajtípus, elemtartalom, sziklagyep, dolomitjelenség

Összefoglalás: A magyarországi dolomit- és mészkőterületek növényzetének különbségeit a vegetációkutatók korábban feltárták. Kőzet- és talajtani elemzések is történtek, ezek az eredmények azonban nem adtak világos választ a dolomitnövényzet egyediségének kialakulására. A szerzők három fő kérdése:

1. Milyen összefüggés van négy kőzet (dachsteini, szarmata és lajta mészkő, dolomit), talajaik és az ott élő növények elemtartalmi között?

2. A négy kőzet vegetációjának különbségeit milyen mértékben magyarázza a kőzetek és talajok elemtartalma, milyen egyéb tényezők lehetnek felelősek ezért?

3. Ezek alapján miként igazolódik, vagy hogyan módosul a dolomitjelenség klasszikus elmélete?

Az analízisek megmutatták, hogy a kőzetekben talált nagy elem-eltérések a talajokban csökkennek, a növények elem-összetételében még inkább kiegyenlítődnek. A növényekben mért elemtartalom-különbségek nem elegendőek ahhoz, hogy magyarázhatóvá tegyék a dolomitnövényzet egyedi fajösszetételét.

Szerzők megállapították, hogy a négy kőzeten lényegesen eltérő talajképződési folyamatokra lehet következtetni. A fő tényező az eróziós és a felhalmozódási folyamatok megvalósulásának mértéke, területi aránya. Két fő csoport különböztethető meg: A.) A homorú lejtőkkel tagolt, karsztosodó dachsteini mészkövön előrehaladottabb a talajképződés (nagy humusztartalom, agyagosodás, jó tápanyagszolgáltató képesség, pH-csökkenés). B.) A dolomitnövényzet előfordulási területein, a porlódó mészkő (szarmata- és lajta mészkő), valamint a dolomit domború lejtőin a szerves törmelék nagy része erodálódik. A talajok itt fejletlenek, a kőzettörmelék- és kőzetpor nagy mennyiségben keveredik a talajba. Emiatt rossz a talaj szerkezete, csekély a tápanyag- és vízszolgáltató képessége. A talajképződést akadályozza a felszín nagy hőingása és kiszáradási hajlama is. Mindezek erős edafikus stresszt okoznak, amely megakadályozza a növényzet záródását.

Szerzők a B.) pontban leírtakat tekintik a dolomitjelenség megvalósulásának, azt tehát a sajátos edafikus mintázatok kialakulását magyarázó elméletként definiálják. Az itt leírt kőzet-talajtani jellemzők vegetációra gyakorolt fő hatása, hogy a zonális növényzet (erdő, cserjés) kialakulása gátolt. Az edafikus stressz következtében az érintett felszíneken a mindenkori makroklimától eltérő mikroklimatikus-edafikus viszonyok hatnak. Ezekben a mikroklima-talaj terekben olyan fajok találhatók, amelyek másutt ritkák, vagy hiányoznak. A dolomitjelenséggel összefüggésben kialakuló populáció-kollektívumokat, növényzeti típusokat nevezzük összefoglalóan dolomitvegetációnak, dolomitnövényzetnek.

Bevezetés

Korábbi ismeretek és újabb kérdések

A vegetációkutató számára mindenkor érvényes kérdés, hogy objektumának kialakulására, fejlődésére miként hatnak a környezeti tényezők. Tapasztalati tény, hogy az edafikus faktorok ható-mintázatainak segítségével magyarázhatóvá, előrejelezhetővé válnak a növénytakaró egyes diszkontinuitásai. A makroklimatikus tényezők térbeli változásának kimutatásával például a klímazonális vegetáció jósolható meg.

Különösen nagy érdeklődésre tarthatnak számot a vegetációkutatók körében a nemzonális (intraazonális, extrazonális) vegetációtípusok. A többnyire kőzettani – felszínalaktani – talajtani – hidrológiai okokból stresszelt helyek, ahol nem alakulhatott ki a zonális növényzet, gyakran valóságos gyűjtőhelyei a megelőző korok maradványfajainak, vagy éppen az ott keletkező bennszülötteknek. Az ún. „edafikus szigetek” (sziklafalak, törmeléklettek, homokbuckák, szikések, lápok) közös jellemzői az egyedi mikroklimatikus és talajképződési tulajdonságok, erdőkben és gyepekben pedig olyan fajok, amelyek másutt ritkák, vagy hiányoznak.

Ritkaságokban való gazdagságuk és egyedi fajkészletük miatt az edafikus-intraazonális vegetációjú területek közül régen felfigyeltek a sziklagyepekre. Az évszázados múltra visszatekintő sziklagyep-kutatások eredményei alapján kijelenthetjük, hogy a Pannóniai Flóratartomány területén mind florisztikailag, mind szerkezetileg különösen a meszes alapközetű sziklagyepek gazdagok és változatosak. (mindezek legutóbbi összefoglalását I. RÉDEI et al. 2003). A téma irodalma széleskörű és a növényteni megállapítások mellett a kőzettani és talajtani tulajdonságokat, az oksági kapcsolatokat is tárgyalja.

A magyar vegetációkutatás egyik alapcikkében ZÓLYOMI (1942) elválasztotta egymástól a mészkő és a dolomit növényzetét. Kimutatta, hogy a Magyarországi Középhegységekben az akár közvetlenül szomszédos mészkő (itt elsősorban a dachsteini mészkőre utalt, de ez igaz minden tömör szövetű karsztosodó mészkőre) és a dolomithegyek flórája, vegetációja markánsan eltér egymástól. A dolomit növényzete gazdagabb: itt található nagy számban a letűnt korok hírmondói, reliktumai, valamint több bennszülött faj. A dolomitvegetáció nemcsak a hazai, de a más területeken végzett vizsgálatok alapján is egyedinek mondható (pl. MAGLOCKY 1979, KAULE 1991, MOTA et al. 1993, BARTHA et al. 1998, MUCINA és BARTHA 1999).

ZÓLYOMI már magyarázatot is adott, elméletét a dolomitjelenség megnevezéssel illette (a német irodalom, főként GAMS 1930 és SCHMID 1936 nyomán). A fő ok véleménye szerint – mely meglátás kisebb finomításokkal máig helyesnek bizonyult – a kőzet sajátos aprózódási-mállási tulajdonságai következtében létrejövő felszíni formákban, illetve a gátolt talajképződésben keresendő. A felszínalaktani és mikroklimatikus okok mellett ZÓLYOMI feltételezte, hogy a dolomit magas magnézium-tartalma, a növényekre gyakorolt hatásánál fogva, szintén szerepet játszhat a növényzet képezés kialakulásában (ZÓLYOMI 1942: 219. oldal).

Amellett, hogy ezeket a megállapításokat lényegében igaznak, sőt a hazai vegetációszemlélet egyik meghatározó elméletének kell elfogadnunk, a mészkő- és a dolomit növényzetének ilyen éles elválasztása tekintetében utóbb módosítani kellett (vö. RÉDEI 1994). A módosítást az tette szükségessé, hogy különböző mészköveken olyan fajösszetételű és szerkezetű vegetációs állományokat fedeztek fel, amelyek sokkal inkább a

dolomit növényzetére emlékeztetnek, mint a tipikus karsztosodó mészkövekére. Ezen termőhelyek közös tulajdonsága, hogy képükben egy dolomitlejtrőre emlékeztetnek, s a kőzet szemmel látható aprózódási tulajdonságai (kisméretű darabokból álló törmelék, a folytonos törmelékmozgás következtében gátolt talajképződés) is inkább ahhoz hasonlóak. Ilyen értelemben tehát a dolomitjelenség magyarázó elméletként minden bizonnyal érvényes egyes mészkő típusokra is. Munkánk célja, hogy dolomitjelenség klasszikus elméletének érvényességét tisztázza, illetve hogy az újabb szempontok figyelembe vételével kiegészítse.

A vizsgált kőzettípusok, a talajképződést meghatározó tulajdonságaik jellemzése

A Magyar Középhegységben hegységépítő szerepét és felszíni kiterjedését tekintve a tengeri eredetű üledékes kőzetek közül kiemelkedik a dachsteini mészkő és a dolomit. Mindkét kőzettípus anyaga a triász korban, meleg éghajlaton, erősen sós tenger vizében élt algák és mészvázás állatok maradványaiból, illetőleg döntően az általuk kiválasztott anyagokból rakódott le.

A dachsteini mészkő általában rétegzett szerkezetű, gyakran nagy tisztaságú kalcium-karbonát. Viszonylag könnyen oldódik, kiválóan karsztosodik (JUHÁSZ 1987). A dolomit sajátossága az átkristályosodás során megnövekedett magnézium tartalom. A (budai-hegységi) dolomit többnyire közel monomineralisztikus felépítésű, összetételében mindössze 0,5–1,5%-ban szerepelnek az agyagásványok és kevés más alkotórész. (A ritkább szaruköves dolomit kvarcot, földpátot, muszkovitot és más alkotókat is nagyobb mennyiségben tartalmazhat, KOCH 1985.) Magnéziumtartalma miatt a dolomit nehezebben és lényegesen lassabban oldódik, mint a mészkövek (minél nagyobb a Mg-tartalom, annál nehezebben). A dolomit kőzet ridegsége következtében erősen repedezett-töredezett, a keletkező törmelék pedig sarkos, szögletes. Mállása során előbb a dolomitkristályokat összetapasztó kalcit kezd oldódni, a kimálló dolomitkristályok pedig a humuszos rétegbe keverednek (ZÁMBÓ 1998).

A fenti jellemzők jelentősen eltérő talajképződési feltételeket biztosítanak a kétféle kőzetben. A jól oldódó dachsteini mészkő kevesebb, de nagyobb méretű törmelékkel termel, mint a dolomit. A kőzetrétegek oldással-karsztosodással kipreparálódnak, és sziklatarajokként, padkáként jelennek meg. A kőzetlépcsők felszínein, homorú lejtőszakaszokon megindul a talajképződés. A dolomiton általánosak a domború felszíni formák, a kőzet erősen aprózódik. Az apró kőzettörmelék folyamatosan erodálódik, a humuszfelhalmozódás gátolt (vö. ZÓLYOMI 1942, JAKUCS 1962).

A Kárpát-medencében a fenti kőzettípusoknál jóval kisebb kiterjedésben (a Magyar Középhegységek szegélyzónájában keskeny, szakadozott sávként, valamint a Lajta-hegységben) jelenik meg a miocén sekélytengeri szarmata mészkő (Sóskút Mészkő, durvamészkő) és a lajta mészkő. Anyaguk a fokozatosan beltengerré váló Parathetyis partszegélyi zónájában, maximum 30–40 m-es vízmélységig rakódott le (JUHÁSZ 1987). Míg a triász kőzetek rétegvastagsága a Dunántúli-középhegységben 200–1000 m között változik, addig a lényegesen fiatalabb miocén kőzetek mindössze 10–50 m közötti vastagságúak (SÁG 1987). Ennek a következménye, hogy hegyeket ritkán alkotnak, előfordulásuk szigetszerű, illetve jellemző felszíni alakzataik kis kiterjedésűek. Általában kövületgazdag, nagy mésztartalmú, laza szerkezetű képződmények (ROZGONYI 2002). Kemény fedőkőzet hiányában mállásuk és aprózódásuk egyaránt gyorsan végbemegy.

Platókon, kis meredekségű oldalakon hamar megindul rajtuk a talajképződés, amelyet kiváló vízelvezető képességük, illetve felszínük gyors kiszáradása lassít (PÉCSI 1988). A fennsíkok szegélyén, eróziós árkok oldalában még inkább gátolt talajképződéssel számolhatunk. Jelentős térszíni különbség esetén a közettörmelék a dolomithoz hasonlóan, folytonosan erodálódik.

A hazai mészkő- és dolomitvegetáció jellemzése. A dolomitjelenség: első közelítés

A közettani, felszínalaktani és talajképződési különbségek segítettek magyarázatot adni a magyarországi mészkő- és dolomithegyek növényzetében megfigyelt nagymérvű eltérésekre. A karsztosodó mészkő- és a dolomit növényzetének eltérései sokféle vegetációtípusban megfigyelhetők, így zárt- és nyílt erdőkben is, különösen élesek azonban a sziklagyepes és sziklahasadék gyepes növényzeti különbségei.

A kemény, karsztosodó mészkövek (a Magyar-középhegységben többnyire a dachsteini mészkő, ritkábban perm, júra, vagy más mészkőtípusok) felszíne az oldékonyosság és a talajképződési viszonyok következtében nagyobb mértékben erdősül (ZÓLYOMI 1942, JAKUCS 1962). A fénykedvelő fajokban gazdag sziklagyep sokhelyütt hiányzik, a mészkőfalak sziklahasadék gyepjét közvetlenül a mély talajú, záródó vagy teljesen zárt gypeszőnyegű lejtősztyepp határolja, nem ritkán cserjékkel és fák által is beárnyékolta. A magyarországi nyílt mészkő sziklahasadék- és sziklagyepes fajösszetételére általánosan jellemző az eurázsiai-kontinentális sziklalakó- és szárazgyepfajok előfordulása (pl.: *Asplenium rutamuraria*, *Sedum album*, *Jovibarba hirta*, *Sempervivum* spp., *Poa bulbosa*, *Melica ciliata*, *Iris pumila*). A Középhegység hűvösebb, csapadékosabb részén, az Északi-középhegység karsztosodó mészkősziklái mellettük társulnak még hegyvidéki és reliktum elemek is (pl.: *Sesleria* spp., *Saxifraga paniculata*, *Thalictrum foetidum*).

Ezzel szemben a dolomithegyek domború profilú lejtőinek benövényesedése csak részlegesen megy végbe, nagy területű dolomitkopárok alakulnak ki. A meredek északi oldalakon mikroklimatikus okokból jóval hűvösebb, párásabb a levegő, mint a forró és száraz délies lejtőkön. Azt, hogy a dolomit felszínalaktani jellemzői hosszú ideje erősen hatnak a növényzetre, mi sem bizonyítja jobban, minthogy a dolomithegyek északi oldalain alhavasi, havasi reliktumokban gazdag vegetációt, a déli lejtőn több endemikus fajt tartalmazó, szárazságtűrő és fénykedvelő, szubmediterrán sziklalakó fajokban gazdag sziklagyepeseket és lejtősztyepepeket találunk. Ezeket a dolomitnövényzetre jellemző egyedi sajátosságokat igyekezett ZÓLYOMI (1942) együttesen megindokolni, így született a dolomitjelenséget magyarázó elmélete (vö. még ZÓLYOMI 1987). Ide kívánczik az a megjegyzés, hogy a florisztikai gazdagságot táji, tájegységi léptékben tovább fokozza a dolomithegységek rendkívül változatos és mozgalmas felszíni formakincse, mely a mészkőterületekhez képest jelentős florisztikai és vegetációs gazdagodást eredményez. Ezzel a tényezővel az újabban örvendetes mértékben megsaporodott hazai növényföldrajzi munkák is számolnak (BARINA 2004, SRAMKÓ 2004). Mindazonáltal a részletekbe menő középhegységi- és hegységi-léptékű növényföldrajzi vizsgálatok, a kérdéskör fontosságának korai felismerése ellenére (ZÓLYOMI 1942, többek között az Északi- és Déli-Bakony, valamint a Gerecse- és Vértes kapcsán) máig is csak részlegesen (üditő kivételek például VOJTKÓ 2001, BARINA 2001).

A déli kitétségű meredek oldalak és kopár dolomitgerincek délies elemekben gazdag társulása a nyílt dolomitsziklagyep. Amint azt neve is jelzi, a gypeszőnyeg itt nem

záródik, a növényesedett foltok közötti felszíneken a kőzet törmeléke fehérlik. Sajátosága az endemikus és az obligát „dolomitnövények” (pl.: *Euphorbia seguieriana* subsp. *minor*, *Linum dolomiticum*, *Seseli leucospermum*, *Dianthus plumarius* subsp. *regisstephani*, *Thalictrum pseudominus*) előfordulása. Mellettük a szárazságtűrő és fénykedvelő, sziklalakó fűvek, sások (pl.: *Festuca pallens*, *Stipa eriocaulis*, *Carex humilis*), törpecserjék (*Helianthemum canum*, *Teucrium montanum*, *Fumana procumbens*), évelők (*Scorzonera austriaca*, *Globularia aphyllanthes*, *Linum tenuifolium*, *Alyssum montanum*) jellemzőek a nyílt sziklagyepre. A délies dolomitlejtvők lankásodó felszíneinek mélyebb talaján megjelenő növénytársulás a sziklafüves lejtősztyepp, amely eredetileg a középhegységek sziklai lejtő-erdőssztyeppjének sztyepp komponense volt. Záródó és felmagasodó gyepeiben a szubmediterrán elemek mellett az eurázsiai és kontinentális, általános sztyeppfajok előfordulása is jelentős (pl.: *Chrysopogon gryllus*, *Adonis vernalis*, *Pulsatilla* spp., *Iris pumila*, *Stipa* spp.). Mindkét vegetációtípus elterjedt a Magyar-középhegység szubmediterrán klímahatás alatt álló területein (a Keszthelyi-hegységtől a Nyugati-Cserhátig).

Az északias kitettségű dolomit hegyoldalak felső harmadában – ahol az erdő már nem képes záródni – fordul elő az endemikus *Sesleria sadleriana* zárt sziklagyepje. Másutt ebben a szituációban a *Bromus panonicus* által dominált zárt sziklagyep található helyenként reliktum populációkkal (pl.: *Daphne cneorum*, *Phyteuma orbiculare*, *Primula auricula*, *Thlaspi montanum*). Az Északi-középhegységben (főként a Bükkben) a dolomithegyek vegetációjából a szubmediterrán fajok jórészt hiányoznak, a kontinentális fajok részesedése itt jelentősebb. (A Bükk dolomitjának növényzeti különbségei igen markánsak a Dunántúli-középhegységhez képest (vö. VOJTKÓ 1992, 1998), amelynek létrejöttében a klimatikus és magassági tényezők mellett a geológiai és vegetációtörténeti különbségek is szerepet játszhatnak.)

Amint már fentebb utaltunk rá, a lajta- és szarmata mészköveken foltokban a dolomit hegyoldalakéhoz képileg és növényzetileg egyaránt igen hasonló vegetációt találunk. Az itteni nyílt sziklagyep állományok szegélyszerűen, a mészkő padfejekken, vagy azok alatt, a málladék által táplált, gyorsan vándorló törmeléklejtőkön alakulnak ki. A széles kőzetlépcsők felszínén záródik a gyeppel, lejtősztyepp jön létre. Ezek a vegetációs állományok csekély eltéréssel a dolomitról régóta ismert nyílt sziklagyep és lejtősztyepp állományokkal tekinthetők azonosnak (KUN és ITTÉS 1995, KUN 1996).

A dolomitvegetáció, a dolomit mint talajképző kőzet különleges tulajdonságainak első hazai leírása óta több szerző is foglalkozott a növényzet kialakulását előidéző tényezők vizsgálatával. ZÓLYOMI már az 1942-es, majd több későbbi dolgozatában is azt feltételezte, hogy az elsődleges tényező a dolomit aprózódási tulajdonsága. Valószínűsítette, hogy ezt kiegészítheti a dolomittípusokban különböző mennyiségben jelenlévő magnéziumnak a növényekre gyakorolt közvetlen hatása is. A későbbi, a különféle mészköveken végzett társulástani vizsgálatok (DEBRECZY 1966, SEREGÉLYES 1974, FEKETE és KOVÁCS 1982, LESS 1988, 1991) eredményei alapján az a feltételezés tűnhetett reálisabbnak, hogy elsősorban az alapközet aprózódási sajátossága és az ennek nyomán kialakuló felszíni formája a meghatározó. Az összehasonlító talaj- és növényanalízisek eredményei (KOVÁCSNÉ LÁNG 1966, 1971, MÉSZÁROS-DRASKOVITS 1971) viszont arra utaltak, hogy a dolomiton a fizikai hatásokat kiegészíti a vázta- Mg-tartalmának hatása is. Az újabb analitikus vizsgálatok (FEKETE et al. 1989) eredményei mindezt nem igazolták egyértelműen.

A dolomitjelenség: második közelítés

Amennyiben a dolomitjelenséggel, mint a hazai növényföldrajz és vegetációtan szempontjából fontos tudományos elmélettel kívánunk foglalkozni, a további tárgyalás előtt érdemesnek látszik a szakirodalomban leírt, előfeltevésként sugallt, illetőleg a szakmai közbeszédben megjelenő vélemények kritikája.

Általánosságban kimondható, hogy a szóhasználat tekintetében némi zűrzavar észlelhető. A dolomitjelenség szélénben használt fogalomként jelenik meg, ráadásul olyan fogalomként, mely egyszerre jelenti az okot (magyarázó tulajdonságokat, illetőleg azok hatásmintázatait) és az okozatot (jelenséget). Konkrétabban: a szakmai közbeszéd, szakanyagok, tankönyvek stb. egyszerre alkalmazzák a florisztikai-vegetációs jelenségek, valamint az azokat előidéző környezeti mintázatok összefoglaló nevéként. Egyszerre jelenti a dolomitra jellemző közettani-elemösszetételbeli, aprózódási-geomorfológiai, edafikus jellemzőket, az északi-déli hegyoldalak markánsan eltérő mikroklimatikus viszonyait, a különleges habitatok egymás közelében való megjelenését, a ritka fajok és egyedi vegetációtípusok halmozódását. Mindezen fogalmi kavargást az tetőzi be, hogy a dolomitjelenség magyarázó elmélete – úgy látszik – nem csak a névadó kőzetten, de egyes mészköveken is alkalmazható.

A fogalmi tisztázás részben már a bővebb tárgyalás előtt is megkísérelhető: javasoljuk, hogy az okok, vagyis a háttérmintázatok kialakulását magyarázó elméletet nevezzük dolomitjelenségnek. Eszerint a dolomitjelenség elmélete egy olyan komplex hatótényező-együttes, környezeti háttérmintázat létrejöttét magyarázza, melynek leképezéseként kialakulhat a sok szempontból egyedi dolomitflóra és dolomitvegetáció.

Munkánk további részében az eddigi hipotézisekhez és vizsgálatokhoz kapcsolódó összehasonlító elemzések eredményeit ismertetjük. A vizsgálatok elvégzését az indokolta, hogy bár egy klasszikusnak nevezhető, és kutatók nemzedékei által helytállóan elismert elméletről van szó, az oksági kapcsolatok egyértelmű tisztázása máig sem történt meg. A közvetlen ösztönzést pedig az az újabb fejlemény adta, hogy a korábban csak dolomitról ismert nyílt sziklagyepet teljes fajkészletével és a maga „dolomit”-növényeivel fedeztük fel a lajta- és szarmata mészköveken (KUN és ITTÉZS 1995, KUN 1996).

Vizsgálataink fő kérdései:

1. Milyen összefüggés van a kőzetek, a rajtuk kialakult talajok és az ott élő növények elemtartalmi között?
2. A különféle mészkövek és a dolomit növényzetének különbségeit és hasonlóságait milyen mértékben magyarázza a kőzetek és talajok elemtartalma, illetőleg milyen egyéb (kőzet- talajtani) tényezők lehetnek még felelősek ezekért?
3. Mindezek alapján miként igazolódik, vagy hogyan módosul a dolomitjelenség elmélete?

Anyag és módszer

Vizsgálatainkhoz négy közettípuson, a következő helyszíneken jelöltünk ki mintavételi egységeket: 1. Dachsteini mészkő: Pilis-hegység, Pilisszántó, Pilis-hegy. 2. Szarmata mészkő: Budai-hegység, Érd, Fundoklia-völgy. 3. Lajta mészkő: Budai-hegység, Biatorbágy, Százlépcső-hegy. 4. Dolomit: Budai-hegység, Budaörs, Író-hegy. A mintákat minden esetben délnyugati kitettségű, 20–30%-os meredekségű hegyoldalakon található nyílt sziklagyepékből vettük. A helyszíneken 100 m²-es területekről, 5–5 ismétlésben, random módon

kiválasztott helyekről és egyedekről gyűjtöttük a mintákat 2002 májusában. A talajmintákat az avarréteg lesöpése után 1–8 cm-es mélységből vettük. A kőzetminták a talajból kirostált kőzetdarabokból származnak.

A kőzetmintákat megőröltük, majd királyvíz és hidrogén-peroxid elegyével mikrohullámú roncsolóban roncsoltuk. Ez a roncsolási mód az ún. „kvázi összes” elemtartalom meghatározására használt eljárás (BAGHDADY és SIPPOLA 1983), amely a minta anyagi tulajdonságaitól függően az elemek 60–100%-át viszi oldatba. (AR). Az elemtartalmat Induktív-csatolású Plazmaemissziós Spektrometria (ICP) technikával határoztuk meg (MSZ 21470-50:1998).

A légszáraz talajminták 2 mm-es lyukbőségű szitán áthulló frakciójával végeztük a vizsgálatokat. A talajminták „kvázi összes” elemtartalmának meghatározásához a fentebb említett királyvízes – hidrogén-peroxidos roncsolmányt, míg a növények által felvehető makro- és mikroelemtartalom becslésére a Lakanen-Erviö-féle (LE, LAKANEN és ERVIÖ 1971) ammónium-acetát +ecetsav+EDTA-t tartalmazó, 4,5 pH-jú kivonószert használtuk (MSZ 20135:1999). Az elemtartalom meghatározás szintén ICP technikával történt (MSZ 21470-50:1998).

A talajminták CaCO₃-tartalmát MSZ 080206-2:1978, az Arany-féle kötöttséget MSZ 21470-50:1983, a vizes-pH-t pedig MSZ 080206-2:1978 szerint határoztuk meg. A humusztartalmat a teljes (<2 mm) és a szétválasztott méretfrakciókban is (2–0,2 mm, 0,2 mm alatt) megmértük (MSZ 080210:1977), ennek alapján számoltuk a kőzetanyag tartalom részesedéseit. A NH₄, NO₃-mérésekhez a talajkivonatokat az MSZ 20135:1999 szerint készítettük, a meghatározást pedig Bremner-féle vízgőz desztillációval végeztük.

A növény analízisekhez az alább felsorolt növényfajok átlagos méretű egyedeiből, a teljes földfeletti zöld növényi rész levágásával vettünk mintát, helyszínenként 5–5 ismétlésben. Olyan fajokat választottunk, amelyek a sziklai vegetációban fontos szerepet játszanak, fő- (*Carex humilis*, Cyperaceae), vagy másodlagos szerkezetképző egyszikűek (*Festuca pallens*, Poaceae), illetve kétszikű törpecserjék (*Helianthemum canum*, Cistaceae és *Teucrium montanum*, Lamiaceae). A *Seseli leucospermum* (kétszikű, Apiaceae) kiválasztásának indoka, hogy endemikus fajként a dolomittal növényzet egyediségének egyik fontos reprezentánsa. A növényfajok kiválasztásánál az egyik fő szempontunk a dolomit, valamint a harmadkori mészkövek növényzetének összevetése. Mivel a dachsteini mészkőről viszonylag sok elem-analízis eredmény áll rendelkezésre, ezért onnan csak a *Carex humilist* gyűjtöttük.

A légszáraz növényminták őrlményét salétromsav – hidrogén-peroxid roncsoló eleggyel mikrohullámú roncsolóban feltárva, az elemtartalmakat a kőzet- és talajanalízisekhez hasonlóan ICP készülékkel határoztuk meg (MSZ 08-1783-26,-32:1985).

A mérési eredményeket egytényezős variancia-analízissel értékeltük. Mivel a csoportokon belüli varianciák rendszerint különböztek, az átlagok közötti különbség szignifikanciáját 95%-os valószínűségi szinten a t-próban alapuló TAMHANE-féle T2 próba-statisztikával (TAMHANE 1979) vizsgáltuk.

Eredmények és értékelés

A kőzetek elemtartalmának vizsgálati eredményei

A négy kőzettípusról származó 5–5 db minta (összesen 20 db) átlagos elem-összetétele az 1. táblázatban látható.

Az 1. táblázatba foglalt értékeket tekintve láthatjuk, hogy – amint az várható volt – a Ca-tartalom mindenütt eléggé magas, szórásai nem jelentősek. A dolomit szignifikánsan alacsony Ca-tartalma a magas Mg-tartalommal van összefüggésben. A kőzetek Fe- és Al-tartalma alacsony, az értékek lajta mészkövön szignifikánsan a legnagyobbak. A Fe és az Al az eredeti agyagtartalom hatását mutatja, a fiatalabb, partszegélyi üledékben nagyobb mennyiségük a szárazföldről való bemosódásból származhat.

A P és K-tartalom egyaránt a dolomitban a legalacsonyabb, a harmadkori kőzetekben kaptuk a magasabb értékeket, különösen kiemelkedő a lajta mészkő K-tartalma. A Mn- és Ba-tartalom hasonlóan alakul, a dolomit tartalmazza a legkevesebbet, a fiatal mészkövek jelentősen többet.

1. táblázat
Table 1

A négy kőzettípus összes elem-tartalma
Dm - dachsteini mészkő, Sm – szarmata mészkő, Lm – lajta mészkő, Do – dolomit.
(Zárójelben a szórás értéke, azok az átlagértékek amelyeket az oszlopokban ugyanolyan
betű követ, nem különböznek szignifikánsan 95%-os valószínűségi szinten)

The element contents of stones.

Dm - dachstein limestone, Sm - sarmathian limestone, Lm - lajta limestone, Do - dolomite. (Std. deviation, averages followed by different characters are significantly different on probability level 95%).

| Kőzet (AR) | Ca (m/m%) | Mg (m/m%) | Fe (m/m%) | Al (m/m%) | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Ba (mg/kg) | Sr (mg/kg) |
|------------|------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| Dm | 40,94 a (0,6) | 0,299 a (0,131) | 0,027 ab (0,02) | 0,077 a (0,1) | 66,95 ab (48,5) | 88,29 a (129,9) | 60,04 a (31,8) | 20,12 ab (129,9) | 130,62 a (75,3) |
| Sm | 40,80 a (1,1) | 0,247 a (0,054) | 0,055 a (0,01) | 0,079 a (0,03) | 141,40a (17,5) | 108,24 a (59,6) | 92,12 a (41,5) | 27,52 b (2,5) | 761,80 b (163,7) |
| Lm | 34,70 b (3,0) | 0,255 a (0,026) | 0,309 c (0,09) | 0,309 b (0,08) | 105,38 a (31,3) | 693,0 b (146,9) | 81,60 a (10,7) | 28,82 ab (8,8) | 1026,60 b (230,7) |
| Do | 25,36 b (0,3) | 11,750 b (0,231) | 0,023 b (0,01) | 0,031 a (0,01) | 12,22 b (4,8) | 22,82 a (19,3) | 26,08 a (10,0) | 15,02 a (1,2) | 73,12 a (3,8) |

Igen érdekes a kőzetek Sr-tartalmának különbsége. A harmadkori mészkövekben többszörös a részesedése, mint a két triász kőzetben. Ez az elem a Ca-hoz hasonló kémiai tulajdonságú, azt részben helyettesítheti így a kőzetképződéskor a körülményektől függően sokféle Ca/Sr arány kialakulhat (PAIS 1980). A Ba és Sr ritkaelemek fel-dúsulását a hidrotermális hatás is okozhatja (FÖLDVÁRINÉ 1975). (Utóbbival kapcsolatban jegyezzük meg, hogy a lajta mészkő gyűjtési helyének közelében egykori hévforrás kürtőjének kipreparálódásával keletkezett kőtorony található.)

BRUGGER (1940, cit. JÁRÓ 1996) a budai-hegységi Nagy-Szénásról származó dolomit mintákban kissé több Ca-ot (31,2%) és több Mg-ot (21,6%) mutatott ki, mint a jelen vizsgálat. Kevesebbet talált Al-ból (0,018%) és Mn-ből (0,0008%), többet K-ből (0,006%). Közel azonos, illetve hasonlóan kis mennyiségeket mért a Fe (0,02%) és a Sr (<0,01%) elemek esetében. Ezek az adatok, valamint az 1. táblázat szórás-értékei is mutatják, hogy a kőzetek elemösszetétele korántsem homogén, helyről-helyre erősen változhat a keletkezés körülményeitől függően és a későbbi hatások eredményeként is.

A sziklagyep-talajok elemtartalmának vizsgálati eredményei

A talajok királyvizes feltárása után meghatározott elemtartalmak a 2. táblázatban olvashatók. A négy kőzettípusról származó 5–5 db minta (összesen 20 db) átlagos elemösszetétele a következő:

Az 1. táblázat értékeivel összevetve nagymértékű különbségek figyelhetők meg a kőzetek és talajaik elem-összetételében. A legnagyobb Ca-tartalmú dachsteini mészkövön képződött talajban van szignifikánsan a legkevesebb Ca. Mennyisége a dolomit sziklagyep talajában is jelentősen alacsonyabb, mint a kőzetben. Ezekkel szemben a harmadkori mészköveken kialakult talajokban közel azonos a Ca-mennyisége, mint a kőzetekben. A Mg-tartalomban (a kőzettel azonos módon) a dolomit talaja vezet, talajbéli felhalmozódása látszik a dachsteini mészkövön. A lajta- és szarmata mészkövek

A négy sziklagyep talajainak összes elem-tartalma
Dm - dachsteini mészkő, Sm – szarmata mészkő, Lm – lajta mészkő, Do – dolomit. (Zárójelben a szórás értéke, azok az átlagértékek amelyeket az oszlopokban ugyanolyan betű követ, nem különböznek szignifikánsan 95%-os valószínűségi szinten)

The element contents in soils of four rocky grasslands by Aqua-Regia extraction (explanation see in Table 1).

| Talaj (AR) | Ca (m/m%) | Mg (m/m%) | Fe (m/m%) | Al (m/m%) | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Ba (mg/kg) | Sr (mg/kg) | Ca/Mg |
|------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| Dm | 9,19 a (2,7) | 0,421 a (0,236) | 2,510 a (0,85) | 3,780 a (0,85) | 2638,0 a (343,6) | 4896,0 a (735,95) | 710,0 a (66,0) | 461,0 a (199,6) | 117,94 a (21,6) | 21,85 a (12,1) |
| Sm | 37,74 b (5,6) | 0,265 a (0,071) | 0,297 b (0,08) | 0,407 b (0,08) | 381,4 b (24,0) | 963,2 b (160,7) | 138,24 b (44,1) | 55,02 b (7,2) | 615,8 ab (306,4) | 142,41 (25,3) |
| Lm | 30,28 b (1,1) | 0,247 a (0,012) | 0,384 b (0,03) | 0,457 b (0,06) | 271,6 b (151,5) | 974,2 b (164,0) | 109,08 b (13,5) | 43,80 b (11,3) | 798,20 b (90,9) | 122,67 b (5,67) |
| Do | 16,18 c (0,97) | 7,300 b (0,445) | 1,252 a (0,29) | 1,134 b (0,47) | 586,0 b (134,8) | 2332,0 b (735,2) | 301,40 a (41,7) | 2654,0 ab (1347,7) | 140,94 a (26,1) | 2,22 a (0,04) |

ebben a tekintetben is hasonlóak egymáshoz: a talaj Mg-tartalma közel azonos a kőzetével.

A Fe- és Al-tartalom alakulása talajbéli felhalmozódásukra utal, leginkább a dachsteini mészkőnél, de a dolomitnál is látszik a Fe- és az Al feldúsulása. Ebből a talajképződési folyamatok előrehaladottabb voltára, az agyagásványok helyi képződésére, illetőleg hulló por bekeveredésére lehet következtetni.

Az élettevékenység nyomán feldúsuló P és K a talajokban mindenütt nagyobb mennyiségű, mint a kőzetekben. Mindkét elem tekintetében a szignifikánsan legnagyobb felhalmozódást a dachsteini mészkő talaja mutatja. A Mn és Ba szintén felhalmozódni látszik, az előbbi inkább dachsteini mészkővön, utóbbi inkább dolomiton. A dolomitban mért nagy Ba koncentráció valószínű oka lehet, hogy a kőzetből egy kísérő ásvány, a barit (BaSO_4) szemcséi jutottak a mintavételi kvadrát talajába. A Sr mennyisége a talajokban a kőzetekhez hasonlóan alakul, ez a talajba keveredett kőzetszemcsék hatásának tudható be.

A következőkben a Lakanen-Erviö módszerrel végzett kivonások eredményeit ismertetjük. Ez a királyvizes kivonáshoz képest jobb közelítést ad a növények számára felvehető elem-frakcióra, ezért a növények elem-összetételével inkább összefüggésbe hozható. A négy kőzettípusról származó 5–5 db minta (összesen 20 db) átlagos elem-összetétele a 3. táblázatban szerepel.

A 2. és 3. táblázatok lényegében hasonló trendeket mutatnak, csökkenő mennyiségekkel (a 3. táblázatban már a Fe és az Al mennyisége is ppm-ben szerepel). A növények számára felvehető Ca és Mg az összes mennyiséghez képest nagyon jelentősen csökkent, a különbségek itt, a felvehető frakcióban mindinkább kiegyenlítődnek. Kiemelendő a Mg-tartalom alakulása, melyből a dolomit kőzetben két nagyságrenddel több található, mint a mészkőekben (1. táblázat). A 2. és 3. táblázatból a Ca és Mg koncentrációkat összehasonlítva kitűnik, hogy míg a mészkővek talajának összes Mg-tartalmából 14,2%, 11%, illetve 20,1% tekinthető a növények számára felvehetőnek, addig a dolomit sziklagyep talajában ez mindössze 3,9%. Abszolút értékben utóbbi még mindig szignifikánsan a legmagasabb, de a különbség csökkenő.

3. táblázat
Table 3

A négy sziklagyep talajainak felvehető elem-tartalma
Dm - dachsteini mészkő, Sm – szarmata mészkő, Lm – lajta mészkő, Do – dolomit. (Zárójelben a szórás értéke, azok az átlagértékek amelyeket az oszlopokban ugyanolyan betű követ, nem különböznek szignifikánsan 95%-os valószínűségi szinten)
The element contents in soils of four rocky grasslands by Lakanen-Erviö extraction (explanation see in Table 1).

| Talaj (AR) | Ca (m/m%) | Mg (m/m%) | Fe (mg/kg) | Al (mg/kg) | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Mn (mg/kg) | Ba (mg/kg) | Sr (mg/kg) | Ca/Mg |
|------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Dm | 3,573 a (0,96) | 0,059 a (0,017) | 261,15 ab (67,9) | 45,67 ab (20,4) | 65,73 a (26,7) | 123,86 a (64,3) | 307,15 a (67,6) | 90,66 a (28,9) | 10,79 a (4,2) | 63,51a (24,20) |
| Sm | 7,634 b (0,2) | 0,029 a (0,009) | 28,70 c (2,5) | 5,11 a (5,0) | 36,91 a (11,3) | 33,48 b (31,6) | 18,31 b (10,0) | 11,40 b (2,9) | 53,57 a (23,9) | 262,1 b (89,43) |
| Lm | 7,430 b (0,06) | 0,049 a (0,003) | 183,27 b (1,05) | 7,90 a (1,9) | 29,45 a (1,0) | 21,37 b (8,7) | 31,02 b (3,2) | 8,89 b (1,5) | 160,90 b (13,6) | 151,02 b (9,29) |
| Do | 1,005 a (0,04) | 0,282 b (0,036) | 141,05 a (8,4) | 74,93 b (10,6) | 40,85 a (8,4) | 54,30 b (33,5) | 130,77 c (33,5) | 76,56 a (13,2) | 5,86 a (0,74) | 3,55 a (0,50) |

A Fe itt is a dachsteini mészkövön, az Al viszont eltérő módon, a dolomit talajában van a legnagyobb mennyiségben. TÖLGYESI és CSAPODY (1973) lajta mészkövön kialakult talajokban alacsonyabb Fe-koncentrációt mértek. A felvehető P és K a királyvízzel kivont mennyiségi arányokat követik, vagyis a dachsteini mészkövön halmozódnak fel a legnagyobb mértékben. KOVÁCSNÉ LÁNG (1966) szintén a triász mészkő talajában találta a nagyobb mennyiséget a K-ból. A felvehető Mn és Ba kis része a talajok összes Mn- és Ba-tartalmának, különösen a dolomit-talaj Ba-tartalma mutat nagy eltérést a 2. táblázathoz képest. A dachsteini mészkő talajának nagyobb Mn-tartalmáról már KOVÁCSNÉ LÁNG (1966) is említést tett, kiemelte a Mn mozgékonyságának növekedését alacsonyabb pH mellett, amely esetünkben is közrejátszhat a nagy felvehető Mn-tartalom létrejöttében. A Sr a felvehető frakcióban is megőrzi a szerepét, a harmadkori mészköveken (különösen a lajta mészkövön) sokszorosa vehető fel, mint a triász üledékek talajában.

Az eddig ismertetett mérési eredmények eltérő talajképződési folyamatokra utalnak a négyféle kőzeten. A talajok mélyrehatóbb megismeréséhez és a növényekre gyakorolt hatásuk jobb megértéséhez egyéb talajtulajdonságokat is megvizsgáltunk. Az adatok a 4. táblázatban olvashatók.

A 4. táblázat rámutat a talajok kémiai tulajdonságai közötti szoros összefüggésekre: a szénsavas-mész a humusztartalommal és a kötöttségi számmal negatív összefüggést, a pH-val pozitívat mutat. A dachsteini mészkő talaja szignifikánsan nagyobb kötöttségi számmal és humusztartalommal rendelkezik, ennek megfelelően a legsavanyúbb és legnagyobb felvehető tápanyagtartalmú (N, P, K) talaj. Ezzel szemben a legkisebb humusztartalmú, lajta mészkövön kialakult talaj mutatja a legkisebb tápanyagtartalmat és kötöttségi számot.

A dachsteini mészkő sziklagyepjének talajában az igen magas humusztartalom alacsonyabb pH-val és jobb N-szolgáltató képességgel (magas NH₄ és NO₃ értékek) jár együtt, mint a másik három kőzeten. A növényi N-ellátottság itt jónak mondható, a többi kőzeten jó (szarmata mészkő, dolomit), illetve közepes (lajta mészkő) (CSATHÓ et al. 1998). A humuszosodás és kilugzás a pH-t csökkentő tényezők. A CaCO₃ eltávozásával

A négy sziklagyep talajainak további jellemző paraméterei.
A négy kőzetről származó 5–5 db minta (összesen 20 db) átlagos értékei.
Dm - dachsteini mészkő, Sm – szarmata mészkő, Lm – lajta mészkő, Do – dolomit.
(Zárójelben a szórás értéke, azok az átlagértékek amelyeket az oszlopokban ugyanolyan betű
követ nem különböznek szignifikánsan 95%-os valószínűségi szinten)
Futher characteristics of the soils of four rocky grasslands (explanation see in Table 1).

| Talaj | CaCO ₃ + CaMg(CO ₃) ₂ (m/m%) | Humusz (m/m%) | pH (H ₂ O) | NH ₄ -N (mg/kg) | NO ₃ -N (mg/kg) | KA |
|-------|--|------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|
| Dm | 12,37 a (5,2) | 24,87 a (2,8) | 7,36 a (0,06) | 18,18 a (4,7) | 9,54 ab (4,98) | 113 a (13) |
| Sm | 85,52 b (2,8) | 5,92 b (1,0) | 7,71 bc (0,12) | 4,15 b (0,79) | 6,96 ab (6,75) | 53 bc (13) |
| Lm | 64,82 c (3,8) | 2,78 c (0,67) | 7,52 b (0,02) | 4,65 b (0,79) | 0,37 a (0,39) | 34 b (3) |
| Do | 67,82 c (5,2) | 7,78 b (0,76) | 7,68 c (0,05) | 5,91 b (0,87) | 3,95 b (1,6) | 52 c (4) |

ugyanis megszűnik a savanyodást tompító legfőbb hatás. A talajfejlődés további következménye a Fe- és Al-feldúsulás (vö. 2. táblázat), illetőleg az agyagosodás (KERÉNYI 1998), amelyet itt a KA (Arany-féle kötöttség) magas értéke is jelez (STEFANOVITS 1981). Elemezve a humusztartalom és a nitrogénfrakciók, valamint a KA közötti összefüggést, logikus párhuzamokat találunk. A lajta mészkő kiugrik a CaCO₃ és KA közötti fordított összefüggés alapján és emiatt feltételezhető, hogy a CaCO₃ jelentős része apró szemcséjű, de nem túlságosan finomszemcsés formában van jelen. A két triász kőzet talajainak vizsgálata során hasonló eltéréseket talált KOVÁCSNÉ LÁNG (1966, 1971): a dachsteini mészkő talajában 13–23%-os, a dolomiton 4,2%-os humusztartalmat mutatott ki. A dachsteini mészkő talajában közel azonos pH-értékeket mért (7,3–7,6), ellenben dolomiton kissé alacsonyabbat (7,2). ZÓLYOMI (1958) mérései alapján a budai-hegységi dolomit sziklagyep talajában az átlagos karbonáttartalom kissé alacsonyabb, mint a most kimutatott (56%), pH-méréseinek eredménye 7,4–8,4. JÁRÓ (1996) szerint a Kis-Szénás dolomitján: pH 7,3–7,6, ugyanitt a humusztartalom 2,8 és 10,4% között változott.

Az 1–3. táblázatok azt mutatják, hogy az élettevékenység nyomán feldúsuló P és K mindenütt magasabb részesedéssel jelentkeznek a talajokban, mint a kőzetekben, és kiugróan magas a triász mészkövön. Itt a P és a K-ellátottság egyaránt igen jó, míg a másik három kőzetben a P-ellátottság közepes (szarmata mészkő, dolomit), vagy gyenge (lajta mészkő) és a K-ellátottság gyenge (dolomit), illetve igen gyenge (szarmata mészkő, lajta mészkő) (CSATHÓ et al. 1998). Míg a dachsteini mészkő talajában relatíve kicsi a CaCO₃-tartalom, addig a másik három kőzetben lévő talajban igen magas. Ugyanezt tapasztaljuk a Sr esetében is. Ennek oka minden bizonnyal a talajok magas kőzetpor-tartalma. JÁRÓ (1996) mintegy 50–60%-os mennyiségben mutatta ki a Kis-Szénás dolomit sziklagyep-jének talajában a 2 mm-nél kisebb méretű törmeléket, ahol a CaCO₃ tartalom hasonló, átlagosan 69,6% volt.

Összefoglalva kimondható, hogy a vizsgált tulajdonságok alapján a négy kőzet sziklagyepjeinek talajai két csoportba oszthatók. A dachsteini mészkő sziklagyepjének talaja a talajképződés előrehaladottabb állapotát mutatja (rendzina), kevésbé meszes-kissé kilugzott, humuszosabb, kötöttebb és N-ben, P-ban, K-ban gazdagabb, mint a szarmata- és lajta mészkő, valamint a dolomit sziklagyepjeinek talajai. Utóbbiak nagy szénsavas-mészartalmúak, a humusz- és felvehető N-tartalmuk alacsony. Ezek a jellemzők a talajképződési folyamatok gátoltságára utalnak, melyek a növények számára is mostohább termőhelyi feltételeket nyújtanak. A porlódó mészkövek és a dolomit talaja tulajdonságaik alapján a köves-sziclás vázталajokhoz tartoznak STEFANOVITS (1981) rendszerében.

A növények elemtartalmának vizsgálati eredményei

A megvizsgált növényeket az Anyag és módszer részben soroltuk fel, a mérési adatokat az 5. táblázatban mutatjuk be.

5. táblázat
Table 5

A növények elem-tartalma. Minden szám öt-öt minta átlaga, zárójelben a szórás értékei
Dm - dachsteini mészkő, Sm – szarmata mészkő, Lm – lajta mészkő, Do – dolomit, 1 – *Carex humilis*,
2 – *Festuca pallens*, 3 – *Seseli leucospermum*, 4 – *Helianthemum canum*, 5 – *Teucrium montanum*.

(Zárójelben a szórás értéke, azok az átlagértékek amelyeket az egyes növényeknél és az egyes oszlopokban ugyanolyan betű követ, nem különböznek szignifikánsan 95%-os valószínűségi szinten)

The element contents in plants of four rocky grasslands.

(1) Rock (explanation see Table 1); (2) Plant species (see above 1–5) (Std. deviation, averages followed by different characters are significantly different on probability level 95%).

| Kőzet (1) | Növény (2) | Ca (m/m%) | Mg (m/m%) | Fe (mg/kg) | Al (mg/kg) | N (m/m%) | P (mg/kg) | K (m/m%) | Mn (mg/kg) | Ba (mg/kg) | Sr (mg/kg) |
|--------------|---------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Dm | 1 | 0,53 a (0,06) | 0,099 ab (0,04) | 199,92ab (35,8) | 129,24 ab (21,8) | 1,19 a (0,09) | 751,70 a (52,5) | 0,91 a (0,1) | 45,68 a (9,9) | 38,78 a (2,9) | 3,13 a (0,4) |
| Sm | 1 | 0,63 a (0,1) | 0,067 a (0,017) | 144,74 b (19,3) | 84,53 b (20,2) | 1,23 a (0,15) | 517,77 b (48,6) | 1,03 a (0,16) | 98,71 b (19,8) | 10,77 b (3,1) | 16,37 b (3,0) |
| Lm | 1 | 0,72 a (0,2) | 0,089 (0,01) | 223,44ab (61,6) | 150,34 ab (53,9) | 1,58 b (0,07) | 796,44 ab (65,0) | 1,35 b (0,07) | 76,20ab (17,8) | 27,74 a (6,3) | 22,11abc (9,4) |
| Do | 1 | 0,56 a (0,01) | 0,139 b (0,012) | 352,53 a (88,7) | 238,36 a (61,5) | 1,25 ab (0,2) | 493,69 b (30,6) | 0,92 a (0,07) | 99,02 b (22,5) | 39,61 a (1,6) | 6,16 c (0,4) |
| Sm | 2 | 0,37 a (0,02) | 0,044 a (0,005) | 187,65 a (41,8) | 79,01 a (20,1) | 0,94 a (0,14) | 337,02 a (32,7) | 0,51 a (0,1) | 9,57 a (1,5) | 7,27 a (1,6) | 8,96 a (0,96) |
| Lm | 2 | 0,95 b (0,3) | 0,083 b (0,02) | 640,32 b (88,1) | 251,03 b (98,6) | 1,04 a (0,14) | 664,21 b (73,5) | 0,94 b (0,2) | 19,18 b (2,5) | 13,54 a (6,6) | 30,24 a (9,9) |
| Do | 2 | 0,30 c (0,04) | 0,059 b (0,008) | 218,79 a (42,6) | 141,21 b (34,1) | 0,89 a (0,15) | 241,77 c (36,8) | 0,32 a (0,04) | 15,26 b (2,3) | 29,83 b (9,4) | 3,93 a (0,35) |
| Sm | 3 | 1,86a (0,17) | 0,204 a (0,028) | 231,45 a (68,4) | 130,24 a (13,9) | 1,52 a (0,24) | 900,76 a (54,2) | 0,54 a (0,06) | 23,75 a (3,2) | 48,88 a (15,5) | 68,29 a (13,7) |
| Lm | 3 | 2,56 b (0,30) | 0,231 a (0,016) | 392,65 b (55,4) | 185,17 ab (64,9) | 1,45 a (0,12) | 1129,70b (105,9) | 0,69 b (0,04) | 24,08 a (6,5) | 92,75 b (20,8) | 96,78 b (15,0) |
| Do | 3 | 1,60 c (0,07) | 0,311 b (0,033) | 281,97 a (43,3) | 260,10 b (74,3) | 1,40 a (0,08) | 993,84ab (90,4) | 0,55 a (0,05) | 33,38 a (6,4) | 116,75 b (12,2) | 18,04 c (0,98) |

5. táblázat folytatása
Contd Table 5

| Kőzet (1) | Növény (2) | Ca (m/m%) | Mg (m/m%) | Fe (mg/kg) | Al (mg/kg) | N (m/m%) | P (mg/kg) | K (m/m%) | Mn (mg/kg) | Ba (mg/kg) | Sr (mg/kg) |
|--------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Sm | 4 | 2,26 a (0,2) | 0,216 a (0,014) | 78,49 a (10,5) | 42,27 a (9,8) | 2,19 a (0,2) | 739,20 a (67,9) | 1,25 a (0,25) | 54,82 a (6,8) | 75,72 a (11,75) | 47,06 a (6,3) |
| Lm | 4 | 2,46 a (0,2) | 0,192 a (0,02) | 93,14 a (45,1) | 38,63 a (8,2) | 1,48 b (0,1) | 1001,73b (110,5) | 1,62 a (0,3) | 52,05 a (14,5) | 163,79 b (47,35) | 76,40 b (9,45) |
| Do | 4 | 1,90 b (0,08) | 0,274 a (0,062) | 198,85 b (56,95) | 112,85 b (19,65) | 1,79 ab (0,2) | 947,42 b (58,7) | 1,35 a (0,07) | 63,85 a (8,25) | 112,47 b (10,35) | 16,37 c (1,1) |
| Sm | 5 | 1,90 a (0,1) | 0,137 a (0,02) | 277,40b (93,9) | 237,95 ab (75,4) | 1,70 a (0,2) | 667,70 a (36,9) | 0,987 a (0,08) | 27,62 a (5,5) | 22,59 a (4,7) | 39,96 a (3,75) |
| Lm | 5 | 1,55 ab (0,2) | 0,134 a (0,02) | 141,25 b (26,9) | 77,15 b (20,4) | 1,35 a (0,1) | 798,04 b (22,1) | 1,260 b (0,16) | 21,95 a (2,4) | 38,07 b (7,7) | 90,97 b (23,6) |
| Do | 5 | 1,30 b (0,06) | 0,278 b (0,02) | 237,08 a (12,5) | 198,70 a (34,4) | 1,52 a (0,16) | 715,06 a (33,8) | 1,050 ab (0,08) | 21,83 a (3,45) | 77,77 c (9,3) | 14,80 c (0,8) |

A növényi Ca-tartalom mindenütt dolomiton a legkisebb, ott ahol a talaj a legkevesebb felvehető Ca-ot tartalmazza (kivételt a *Carex humilis* jelent), de taxonómiai különbség is fennáll. Az egyszikű *Carex* és *Festuca* minden kőzeten sokkal kevesebbet tartalmaznak, mint a három kétszikű faj. A *Festuca pallens*-nél azonos eredményre jutott KOVÁCSNÉ LÁNG (1966), a *Carex humilis* esetében JÁRÓ (1996).

A N esetében – némi eltéréssel – csak kis különbségek láthatók a növényfajok és a különböző talajokon növekedő populációk között. A *Festuca pallens* N-tartalma a legalacsonyabb, a kétszikűekben mért érték viszonylag kiegyenlített. A N-hez hasonlóan a K is az élőlényekben felhalmozódó elem, a növények sokkalta nagyobb mennyiségben tartalmazzák, mint a talajaik. A *Festuca pallens* és a *Seseli leucospermum* K-tartalma többnyire alacsony, a többi fajé magasabb.

A Mg esetében taxonómiai és termőhelyi elválás is látható. Az egyszikűek általában kevesebbet tartalmaznak, mint a kétszikűek. Azonos növény különböző kőzeteken élő egyedeire jellemző, hogy a Mg-tartalom értéke többnyire dolomiton a legmagasabb. Ez megegyezik KOVÁCSNÉ LÁNG (1966), FEKETE és mtsai (1989) eredményeivel. Ellenben a különbségek csak a *Seseli* és a *Teucrium* esetében mondhatók szignifikánsnak. Megfigyelhető az is, hogy a talaj könnyen felvehető Mg-tartalom értékeinél dolomiton csak kissé alacsonyabb mennyiségeket találunk a kétszikű növényekben (kb. 3000 ppm), a mészköveken viszont a növényekben magasabbak az értékek, mint a talajokban. Ez a Mg szinte akadálytalan felvételére és bizonyos mértékű felhalmozására is utal. Érdekes tulajdonságot mutat a *Festuca pallens*, amelynél vizsgálatunkban lajta mészkövön találtuk a legnagyobb Mg tartalmat, igaz, mind az értékek, mind a különbségek nagyon kicsik. Egy másik *Festuca* faj (a homoki *Festuca vaginata*) esetében TÖLGYESI és mtsai (1979) kimutatták, hogy a talajok különböző Mg-tartalma ellenére a növényekben közel azonos a Mg mennyisége. Ez alapján valószínűsíthető, hogy a kiegyenlítőképeség a nemzetség több fajára is jellemző.

A P esetében a talajokból felvehető mennyiségekkel (3. táblázat) összevetve látható, hogy a növények közötti különbség oka főként a fajra, illetve rokonsági csoportra

jellemző anyagcsere lehet. A növények P-tartalma lajta mészkövön a legmagasabb (ahol a talajban a legalacsonyabb), illetve a meglehetősen hasonló P-tartamú talajokból a különböző fajok egyedei eltérő mennyiségeket vesznek fel. Látható a gyenge egy- és kétszikű szétválás is.

A *Festuca* Fe-tartalma lajta mészkövön eléggé magas, a *Seseli* szintén itt mutatja a legmagasabb értékeit. Az Al-tartalomban erősen változó átlagok láthatóak, a legalacsonyabb értékek a szarmata mészkövön vannak, a legmagasabbak többnyire dolomiton (kivétel a *Festuca* lajta- és a *Teucrium* szarmata mészkövön). Ez egybevág a két harmadkori mészkő talajainak alacsony felvehető Al-tartalmával. Emellett az is igaz, hogy a növények Al-tartalma mindenütt meghaladja a talajaik felvehető Al-tartalmát.

A Mn-tartalom tekintetében érdekesek a *Carex humilis* kiugróan magas értékei. VINOGRADOV (1959) szerint a Mn-dúsulás életfolyamatokhoz is köthető, egyes növények gyűjtik-felhalmozzák azt, TÖLGYESI (1969) pedig a *Carex* nemzetségről mutatta ki, hogy a fajok nagy része kiugróan magas Mn-tartalmú.

A Ba-nál szintén látható az egy- és kétszikű különbség, bár ez a *Teucrium* alacsony Ba-tartalma miatt elmosódó. A kétszikűeknél kismértékű felhalmozódása figyelhető meg. A Sr-tartalom, akárcsak a kőzetekben és a talajokban, a növényekben is a harmadkori mészköveken a legnagyobb. Esetében is igaz, hogy az egyszikűekben kevesebb található, mint a kétszikűekben. Úgy tűnik, hogy ez az elem szinte akadály nélkül jut el a kétszikű növényekbe, esetében azonban nem mutatható ki az egyéb tekintetben hasonlóan viselkedő Mg-nál tapasztalható felhalmozódás.

Az eddigi áttekintés alapján körvonalazódni látszik, hogy a vizsgált növények elem-tartalma egyes esetekben inkább a taxonómiai hovatartozástól, máskor inkább a felvehető elemtartalomtól függ. Annak eldöntésére, hogy esetenként melyik a legfőbb differenciáló tényező, szignifikancia vizsgálatot végeztünk, az eredményt szövegesen közöljük.

Az egy- és kétszikűek között szignifikáns eltéréseket számoltunk az Al-tartalmat kivéve minden elemnél. Különösen nagy a különbség a kétszikűek javára a Ca, Mg, P, Ba és Sr elemek mennyisége tekintetében. Az egyszikűeknél szignifikáns többlet adódott a Fe esetében a *Festuca pallens*, a Mn esetében a *Carex humilis* magas elem-tartalmai miatt. KOVÁCSNÉ LÁNG (1966) hasonlóan, az egyszikűekben talált alacsonyabb Ca-, TÖLGYESI (1969) pedig Ca- és P-tartalmat. További rendszertani alapú hasonlóságokra szép számmal találhatunk utalásokat a szakirodalomban. Azonos nemzetségek más fajait vizsgálta FEKETE és mtsai (1989). A *Helianthemum ovatum* (a mostani vizsgálatban szereplő *H. canum*hoz hasonlóan) mészkövön több Ca-ot, dolomiton több Mg-ot tartalmazott. A *Seseli osseum* (a *S. leucospermum*hoz hasonlóan) ugyanezeket a különbségeket mutatja, ehhez járul még, hogy Mn-tartalma szintén dolomiton volt magasabb. GYÓRI és TÖLGYESI (1968), valamint TÖLGYESI (1969) szerint a Mn különösen alkalmas a különböző növényrendszertani kategóriák elválasztásának vizsgálatára, mivel mennyisége a legszélesebb skálán változik a különböző fajokban. A Lamiaceae család fajaiiban például jellemzően kicsiny a Mn tartalom. A most vizsgáltak közül a *Teucrium montanum* tartozik ehhez a családhoz és Mn tartalma valóban eléggé alacsony.

A talajok elem-tartalmának különösen erős hatása látható a Ca, a Mg és a Sr esetében. A Ca-ban leggazdagabbak a növények lajta- és szarmata mészkövön, ahol a talaj is sokat tartalmazott ebből az elemből. A növényi Ca-tartalom dolomiton alacsony, ahol viszont a Mg-tartalom magasabb mind a talajban, mind a növényekben. SIMON és TÖLGYESI

(1968) a Ca esetében szintén tapasztalták, hogy felvétele a talajban levő hozzáférhető mennyiség arányától függ. KOVÁCSNÉ LÁNG (1966) vizsgálata pedig arra mutatott rá, hogy a mészkövön és dolomiton is meglévő növények dolomiton élő populációjában több a Mg. Ez az egyetlen *Festuca pallens* kivételével a mostani elemzés alapján is igaz. Igaz viszont az is, hogy dolomiton a Mg-tartalom mindössze két faj esetében a szignifikánsan legnagyobb (*Seseli leucospermum* és *Teucrium montanum*). KISS (1983) szerint a Ca-felvételt a Mg mennyisége is közvetlenül befolyásolhatja, gátolhatja. A Sr hasonló viselkedésének oka pedig az lehet, hogy felvétele közel azonosan megy végbe a Ca-mal, azt részben helyettesítheti, illetőleg a növények alig szelektálnak közöttük, így arányuk a növényben és a talajban gyakran közel azonos (PAIS 1980, LÁNG 1998).

A további elemekre a növényeket összevontan tekintve: a K-, P- és Fe-tartalom a legmagasabb lajta mészkövön (ezek közül a talajban csak a felvehető Fe tekintetében vezet a lajta mészkő), a növényi Al és Ba-tartalom pedig dolomiton (ahol a talajban is nagy mennyiségben van ez a két elem). A N és Mn esetében nem tapasztalható a növényi elemtartalom kőzetek szerint való elkülönülése.*

*A jelen dolgozat keretében nincs módunk az elemeknek a növényi anyagcserére, a talajszerkezetre, a más elemek felvehetőségére (interakciók) gyakorolt hatásának részletes tárgyalására, bár a témakör bejárásához a jövőben erre is feltétlenül szükség lesz. Mindössze néhány szempontot említhetünk meg: Vizsgálatunkban a Mg kiugróan magas mennyisége mutatkozott dolomit sziklagyep talajában. A dolomitvegetáció kialakulásának oksági kapcsolatait feltáró cikkek (pl. ZÓLYOMI 1942, KOVÁCSNÉ LÁNG 1966) szerint a Mg nagy értékei valószínűleg közrejátszhatnak egyes növények elterjedésének szabályozásában.

A Mg-többlet valóban káros lehet a növényi szervezetre, a Ca/Mg arány felborulása miatt ugyanis a gyökerek nem fejlődnek kellőképpen (KISS 1983). Azt is feltárták, hogy a Ca, Mg és Mn elemek között versengés van. A nagy mésztartalom nehezíti a K és egyes mikroelemek felvételét (TÖLGYESI 1969). A Mg hatásmechanizmusában hasonlít a Mn-hoz, sok reakcióban helyettesítheti azt, illetőleg gátolhatja a felvételét (LÁNG 1998). A Mn felvehetőségét a Mg-tartalom mellett elsősorban a pH, a hőmérséklet és a nedvességtartalom szabályozza. A melegebb, szárazabb talajokban a növények számára nehezen felvehető (TÖLGYESI 1969). A Mn-hiány következtében csökken a növények növekedési erélye, sejtjeik kicsik lesznek (PAIS 1980). Mindezt figyelembe véve a magas Mg-tartalmú, gyorsan felmelegedő és gyakran kiszáradó talajban a növények számára káros mértékben csökkenhet a Ca- és Mn-felvétel lehetősége. Vizsgálataink nem támasztják a négy sziklagyepben ilyen antagonizmus jelenlétét, a különböző fajokban a három elem aránya különböző módon változik. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a kérdés jelen eredményeink alapján nem dönthető el, ezt kísérletekkel lehetne igazolni.

Hasonlóan fontos antagonizmust ismertet az irodalom a Fe esetében is. A 20%-nál több CaCO_3 -ot tartalmazó talajok esetén Fe hiány (mészklorózis) léphet fel. Emiatt csökken a klorofill koncentrációja, lelassul a növekedés. Szénsavas mészben gazdag talajokon Fe hiányt válthat ki az egyéb fémionok (Cu, Ni, Mn, Co, Zn stb.) feleslege is (LÁNG 1998, PAIS 1980). A CaCO_3 -tartalom a dolomiton és a harmadkori mészköveken magasán 20% felett van, ezeknél tehát számolhatunk a Fe-hiány káros hatásával. A mostani vizsgálat alapján ez a kérdés szintén nem dönthető el, de megjegyezzük, hogy a *Carex humilis* Fe-tartalma a 20% alatti (12,4%) CaCO_3 -tartalmú dachsteini mészkő talajon alacsonyabbnak adódott, mint a lényegesen magasabb (64–67%) mésztartalmú dolomit- és lajta mészkő talajokon. FEKETE et al. (1989) a *Helianthemum ovatum* esetében alacsonyabb, a *Seseli osseumnál* magasabb Fe-tartalmat mértek dolomiton, mint triász mészkövön.

A tápelemek közötti interakciók és antagonizmusok ismertetését itt befejezzük, azzal a megjegyzéssel, hogy a kérdés nem egyszerűsíthető le egyetlen, vagy akár néhány tényezőre. Az antagonizmusokat főként haszonnövényeken vizsgálták, ott rendkívüli a téma jelentősége, hiszen azokat mindenféle talajon termesztik. A mi munkánk az élőhelyekhez jól alkalmazkodott növényeket vizsgál, és emiatt nem lehetünk bizonyosak abban, hogy az antagonizmusoknak itt azonos hatása van. Mindazonáltal igen összetett és időben-térben változó hatásrendszer léte valószínűsíthető, mely ráadásul növényenként más- és másképpen korlátoz. A kérdés-csoport vizsgálatához kontrollált kísérletek beállításra szükséges. Érdemes viszont felfigyelni arra, hogy a most felsorolt hatások a növényekben olyan változásokat okoznak, amelyek csökkentik a növekedés erélyét, a sejtek méretét, vagyis éppen olyan jellegeket erősítenek, amelyek a xeromorf növényekre jellemzők.

A kőzet- és talajtani jellemzők hatásai a növényekre, következtetések

Az elemösszetételek és a talajok egyéb tulajdonságainak ismeretében már megfogalmazható néhány következtetés a négy sziklagyep-termőhely hasonlóságaival és eltéréseivel, a vegetáció létrejöttére gyakorolt hatásaival kapcsolatban. A kőzet-talaj-növény rendszert vizsgálva abból az előfeltevésből indultunk ki, hogy a mállás, a talajképződés és a növényi anyagfelvétel során a kőzetekből a talajokba jutott, valamint a növények által felvett elem-tartalom összefüggést mutat a rendelkezésre álló elemtartalommal. Ennek ellenőrzésére megvizsgáltuk az elemtartalmak kapcsolatainak szorosságát. Itt tehát az összes kőzetre, talajra és az összes növényre átlagolt értékekkel és 4 megfigyelés-párral számoltunk (6. táblázat).

6. táblázat

Table 6

A kőzetek, talajok és növények elemtartalom-összefüggéseinek szorossága a korrelációs koefficiens szignifikanciája alapján. + 10%-os, ++ (és --) 5%-os, +++ 1%-os valószínűséghez tartozó szignifikancia-szintet jelöl

The connection among the element contents of stones, soils and plants based on the significance of the correlation coefficient.

| | Ca | Mg | Fe | Al | P | K | Mn | Ba | Sr |
|-----------------------------------|----|-----|----|----|----|-----|-----|----|-----|
| Kőzet AR és Talaj AR | | +++ | | | | | | -- | +++ |
| Talaj AR és Talaj LE | | +++ | | | ++ | +++ | +++ | | + |
| Talaj LE és Növényi elem-tartalom | + | | | | | | | -- | |

A legtöbb szignifikáns korrelációt a talaj királyvízzel oldható és könnyen felvehető elemtartalmai között tapasztaltuk (Talaj AR és LE). A kőzet és talaj közötti összefüggés (Kőzet AR és Talaj AR) a legerősebb a Mg és Sr esetén volt. A talaj és növény között csupán a Ca-tartalom esetén mutatkozott szignifikáns pozitív, a Ba esetében negatív összefüggés. Az eddigiek alapján (vö. elemtartalom eredményei és 6. táblázat) tehát nem találtunk olyan erős kapcsolatot a dolomit sziklagyep talajának Mg-tartalma, illetve az ott élő növények Mg-felhalmozása között, amelynek alapján a Mg-tartalmat kiemelkedően fontos szelektáló tényezőnek lehetne tekinteni. Ebben a tekintetben eredményünk alátámasztja FEKETE és mtsai (1989) egyik fő következtetését, akik a kizárólag dolomiton élő fajoknál nem találtak Mg-felhalmozást és többek között ennek alapján mondták ki, hogy a dolomitjelenség értelmezésénél nem lehet figyelmen kívül hagyni a kőzet aprózódási tulajdonságait. Ennek ellenőrzésére megvizsgáltuk a talajminták két méretfrakciójában a szervesanyag-tartalomhoz viszonyított kőzetanyag tartalmat (7. táblázat).

Akárcsak a főbb talajtulajdonságok alapján (4. táblázat), e mérések szerint is két fő csoportot kaptunk. A dachsteini mészkő talaja mindkét frakciót tekintve élesen válik el alacsony relatív kőzetanyag-tartalmával a dolomittól és a harmadkori mészkövektől. Utóbbiak talajainak kőzettörmelék- és por-tartalma 90% feletti, vagyis a kőzetanyagon

7. táblázat
Table 7

A 2 mm-nél kisebb méretű frakciók szerves anyagon kívüli kőzettörmelék- és kőzetpor-tartalma a négy sziklagyep talajaiban
Dm – dachsteini mészkő, Sm – szarmata mészkő, Lm – lajta mészkő, Do – dolomit
The volume of rubbles and powdered stones (smaller than 2 and 0,2 mm) in soils of the four rocky grasslands.

| Talaj | Kőzettörmelék, 2 mm alatt (m/m%) | Kőzetpor, 0,2 mm alatt (m/m%) | Átlag (m/m%) |
|-------|--|-------------------------------------|-----------------|
| Dm | 73,3 | 74,7 | 73,9 |
| Sm | 97,7 | 92,7 | 95,2 |
| Lm | 97,8 | 96,5 | 97,1 |
| Do | 94,3 | 91,5 | 92,9 |

kívüli rész a talajnak átlagosan jóval kevesebb, mint 10%-a (szarmata mészkő: 4,8%, lajta mészkő: 2,9%, illetve dolomit: 7,1%). Ebből az is következik, hogy a 4. táblázatban felsorolt humusz- és tápanyag-tartalmak különböző, többnyire igen kicsiny mennyiségű szerves törmelékből származnak. Ennek bemutatására kiszámoltuk néhány tápanyag mennyiségét a kőzettörmeléken kívüli frakcióra vonatkoztatva. Ezek az idealizált értékek azt mutatják, hogy a kőzettörmeléken kívüli frakciót figyelembe véve a szarmata- és lajta mészkő, valamint a dolomit sziklagyep talajának tápanyagszolgáltató képessége többnyire jobb, mint a dachsteini mészkőé.

8. táblázat
Table 8

A kőzettörmeléken kívüli talajrészre vonatkoztatott felvehető tápanyagmennyiségek a négy sziklagyep talajaiban
Dm - dachsteini mészkő, Sm – szarmata mészkő, Lm – lajta mészkő, Do – dolomit.
The idealized volumes of mobilizable nutrients in the soils of the four rocky grasslands.

| Talaj | NH ₄ -N (mg/kg) | NO ₃ -N (mg/kg) | P (mg/kg) | K (mg/kg) |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|--------------|
| Dm | 69,4 | 36,5 | 252,5 | 476,0 |
| Sm | 85,4 | 144,1 | 768,7 | 697,9 |
| Lm | 158,6 | 12,8 | 1015,5 | 736,9 |
| Do | 83,1 | 54,9 | 575,4 | 764,7 |

A 7–8. táblázatok adatai újabb adalékokat nyújtanak a dolomitjelenség vizsgálatahoz. Itt ugyanis azt láttuk, hogy a porló (szarmata- és lajta) mészkő- és a dolomit sziklagyep előfordulási helyein a tápanyagszolgáltatás szempontjából is igen mostohák a talajviszonyok. Talajaik „leghumuszosabb” A-szintjében a 2 mm-nél finomabb frakció nagy része kőzetanyag. Ez pedig azt jelenti, hogy a növények anyagfelvétele szempontjából jelentős limitáló tényező a kőzettartalom, ugyanis rendkívül szűkös tápanyagforrásokat használhatnak, termőhelyük talajtani viszonyai emiatt is mostohák.

A dolomitjelenség ok-okozati rendszerének vizsgálatakor nem hagyhatjuk figyelmen

kívül az egyéb termőhelyi jellemzőket sem. DRASKOVITS és KOVÁCS (1968), MÉSZÁROS-DRASKOVITS (1971) és LÁNG (1971) a mészkő és dolomit sziklagyepeket összehasonlító mikroklimatológiai vizsgálataik alapján megállapították, hogy dolomiton mind a talajban, mind a felette lévő légrétegben nagyobb a hőingás, mint a karsztosodó mészkövön. A dolomit talaja jobb hővezető, nyílt sziklagyepjének nincs önálló növényi klímája. Ezt a felszíni formakínccsel, az aprózódási tulajdonságokkal, illetőleg a gátolt talajképződéssel hozták összefüggésbe.

A növények elemtartalmának vizsgálatával nem tudunk kimutatni olyan tulajdonságot, amelynek alapján egyértelműen leírható lenne a dolomitjelenség növényzetre gyakorolt hatása. Bár a Mg a dolomit talajából nagyobb mennyiségben jut a növényekbe, mint a Mg-szegényebb kőzeteken, de a növényi elemtartalomban nem mutatható ki olyan mértékű (szignifikáns) mennyiségi különbség, mely alapján ezt jelölhetnénk meg fő magyarázó tényezőként. A Mg-tartalomnak azonban olyan hatásairól is tudunk, amelyek közvetlenül befolyásolják a talajtulajdonságokat. A talajkolloidokon adszorbeált Mg ugyanis erősen hat a talaj szerkezetére. A nagy mennyiségű Mg-ion káros lehet, mivel nagyban megnöveli a talaj vízmegkötő képességét. Ezáltal megnövekszik a növény számára felvehető holtvíztartalom. Az ún. Mg-talajok ráadásul rosszabb szerkezetűek, mint például a Ca-talajok, mivel a talajszemcsék nagyobb hidratációs képessége miatt erősebben duzzadnak, illetőleg jobban eliszapolódnak (KREYBIG 1956, 1965 cit. MTA-TAKI 2003). Éppen ezért azoknál a talajoknál, ahol a kicserélhető Ca/Mg arány nem éri el a 6-os értéket, a mezőgazdasági gyakorlatban talajjavítást, meszeztést alkalmaznak (hasonlóan a nagy Na-tartalmú talajokhoz, MÜLLER-FASTABEND 1963 cit. MTA-TAKI 2003). A 3. táblázat utolsó oszlopában közöltük a kicserélhető Ca/Mg arányát. Amint ott látható, értéke dolomiton messze a 6-os alatt van (3,55). Ilyen értelemben tehát kimutatható a Mg-hatása, mint a talajképződést és a talajtulajdonságokat befolyásoló tényező.

A dolomit kőzet kémiai mállása lassú, mivel a dolomitkristályok lassabban oldódnak, mint az azokat összecementáló kalcit. A kimálló dolomitszemcsék apró törmelék-ként a humuszos rétegbe keverednek (ZÁMBÓ 1998). A talajképződési folyamatokra ilyen módon is hat a kőzet Mg-tartalma. Ugyanakkor alacsony Mg-tartalomnál hasonló következménnyel járhat a kőzet laza szerkezete, kis szilárdsága és erős mállékonysága (ROZGONYI 2002). Az eredmény itt is a talajba keveredő nagy mennyiségű törmelék- és kőzetpor, amint azt a szarmata- és lajta mészköveken kimutattuk. Az elporosodott szerkezetű talajok pedig könnyen erodálódnak. A talajszemcsék állandó mozgása miatt a humuszosodás szerkezetjavító hatása ezeknél nem tud érvényre jutni, mert a humuszos réteghez mindig újabb, nem humuszos talajrészecskék keverednek (STEFANOVITS 1981).

A talajok fenti ismertetéséből már kiderült, hogy a négy sziklagyep talajai két csoportba sorolhatók. A dachsteini mészkő talaja rendzina, magas humusz- és felvehető N, P és K-tartalommal, míg a másik három kőzet köves-sziklás váztalaja ebben a tekintetben elmarad attól. A humuszanyagok fontos talajbeli szerepe többek között, hogy ki-egyenlítik a tápanyagszolgáltatás szélsőségeit, amelynek a közethatású talajokon különösen nagy lehet a jelentősége. Ezek a tények a dachsteini mészkő talajának kedvezőbb voltára utalnak. Azonos mennyiségű talajban lényegesen nagyobb mennyiségű humusz és tápanyag található a dachsteini mészkövön, míg a másik három kőzeten ezek mennyiségét relatíve csökkenti a sok kőzettörmelék. A növények számára hasznosítható források utóbbiaknál tehát sokkal szűkösebbek, mint a triász mészkövön. Az ilyen, állandó lejtőirányú tömegmozgással, gátolt talajképződéssel és intenzív mikrogeomorfológiai

mintázat-átrendeződésekkel jellemezhető területek voltaképpen edafikus sivatagok. A nagy hóingás következménye az év egyes időszakában a fagyás-olvadás váltakozása (a fagyaprózódás a törmelékesedés egyik fő okozója), a fagyemelés, fagyos talajfolyás és több más folyamat (GÁBRIS 1995).**

**Ide kívánkozik egy rövid megjegyzés az erózióval és a talajképződéssel kapcsolatban. Megfigyeléseink szerint a nyílt dolomit sziklagyepek egyes növényei, növényi mintázatai nagymértékben hatnak a lokális talajképződési folyamatokra. Erre a legjobb példát a *Carex humilis* szolgáltatja, amely sarjtelepeinek térbeli architektúrája, gyűrűs szerkezete, sűrű gyökérzete és levélzete következtében a talajképződési folyamatokat finom léptékben módosítani képes (BABAI 1966, KUN és mtsai 2002, WIKBERG és MUCINA 2002). Az erózió gátlásával, az anyagfelhalmozódás elősegítésével lokális edafikus szigeteket (szekunder akkumulációs szigeteket) hoz létre. Voltaképpen tökéletes példája az orosz szakirodalom „edifikátor” (talajképző) fogalmának. A folyamat időbeli történéseinek, részleteinek vizsgálata jelenleg vegetációdinamikai kutatás részét képezi.

A geomorfológiai-talajképződési tényezők fontosságát mutatja a dolomitjelenség vizsgálata esetében az is, hogy az erősen porló-törmelékesedő (és a dolomitvegetációnak otthont adó) kőzetek esetében is igaz: amennyiben fennsíkokat, kis meredekségű lejtőket képeznek, vagy egyéb okból (pl. fedőkőzet) megszűnik a törmelékmozgás, a talajképződés előrehalad. A mélyebb talajú területeken az edafikus stressz mind kevésbé érvényesül, megszűnik az a szituáció, amelyre a dolomitjelenség magyarázó elméletként vonatkozik. Az ilyen régiók vegetációja mindinkább elveszíti önálló, intrazonális arculatát, felépítésében az általános elterjedésű fajok válnak meghatározóvá.

A négy kőzet felszíni formáinak, talajképződési- és talajtani viszonyainak jellemzőit a 9. táblázat foglalja össze.

9. táblázat
Table 9

A talajképző kőzetek, lejtőformáik és talajaik legfőbb jellemzőinek összefoglalása

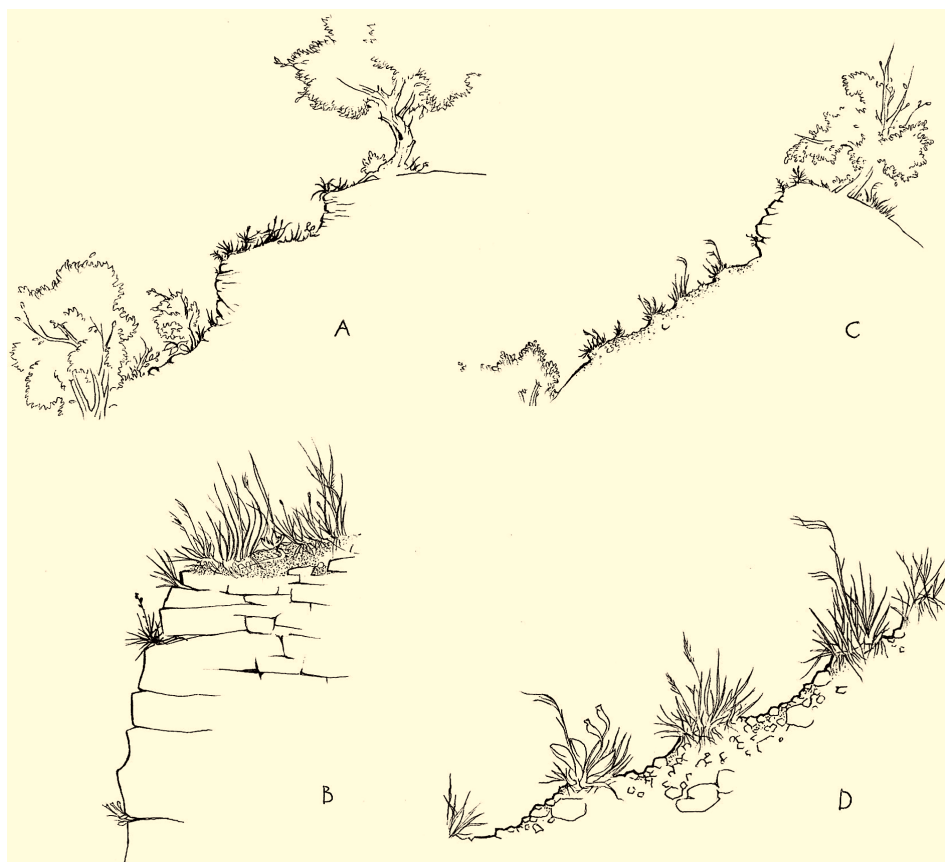
Dm – dachsteini mészkő, Sm – szarmata mészkő, Lm – lajta mészkő, Do – dolomit

Summary of main characteristics of stone-crumbling, geomorphology and soil types on the four stones.

Dm – dachstein limestone, Sm – sarmathian limestone, Lm – lajta limestone, Do – dolomite. (1) Intensity of karst processes; (2) Typical slope forms (homorú - concave, domború - convex); (3) Intensity of accumulation; (4) Amount of humous; (5) Rubbles and powdered stones in soils; (6) Soil types (rendzina; skeleton soil)

| Kőzet | Kémiai mállás/ Karsztosodás (1) | Jellemző lejtőprofil a hegyoldal felső harmadában (2) | Akkumulációs szigetek mérete (3) | Humusz- tartalom (4) | Kőzettörmelék a talajban (5) | Talajtípus (6) |
|-------|---------------------------------------|---|--|----------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Dm | +++ | Homorú-domború | +++ | +++ | + | Rendzina |
| Sm | ++ | Domború-homorú (platószegély) | + | + | +++ | Köves-sziklás váztalaj |
| Lm | ++ | Domború-homorú (platószegély) | + | + | +++ | Köves-sziklás váztalaj |
| Do | + | Domború-homorú | + | + | +++ | Köves-sziklás váztalaj |

A fenti megállapítások illusztrálására, a karsztosodó mészkő, illetve a porlódó mészkő- és dolomithegyek felszíni formáinak, talaj- és növényzeti mintázatai főbb különbségeinek összefoglalására és bemutatására elkészítettük a kétféle kőzettípus lejtőinek idealizált, vázlatos profilrajzait (1. ábra).



1. ábra. A) Tömör szövetű, karszosodó mészkő homorú profilú szakaszokkal tagolt lejtője.

A kőzetlépcsők felszínei akkumulációs szigetek, ahol a felhalmozódó szerves törmelékből nagy humusztartalmú talaj képződik. A sziklafalakon hasadéknövényzet, alattuk záródó sziklagyep és lejtősztyepp, cserjések és facsoportok találhatóak. B) Karszosodó mészkő padkjának felszíne.

Rendzina talaján élő füvek és széleslevelű kétszikűek dominálta lejtősztyepp.

C) Dolomit- vagy porlódó mészkőszikla (alsó részén korróziós fülkével) és a hozzá kapcsolódó domború profilú lejtő, kis területű akkumulációs szigetekkel, vándorló kőzettörmelékkel. A törmelék- és kőzetpor a talajba keveredik. A növényesedett és a nyílt sziklatörmelék foltjai váltakozva, mozaikszerűen helyezkednek el.

D) A törmelékletjtő felszínén élő füvek, sások és törpecserjék dominálta nyílt sziklagyep. A növényzeti foltok valóságban úsznak a kőzettörmeléken, közöttük a köves-sziklás vázталaj fedetlen felszínei.

Figure 1. A), B) Profiles of slope and grassland on Dachstein limestone;

C), D) Profiles of slope and grassland on mouldering limestones and dolomite

Az eredmények összefoglalása. A dolomitjelenség: harmadik közelítés

Dolgozatunk bevezető részében három kérdést fogalmaztunk meg. Az első kérdésünk a kőzetek, a rajtuk kialakult talajok és az ott élő növények elemtartalmának összefüggéseire kérdezett rá. A második a különféle mészkövek és a dolomit növényzete különbségeinek és hasonlóságainak okait firtatta. A harmadik pedig a dolomitjelenség elméletének kritikáját jelölte meg célként.

Az analízisek láthatóvá tették, hogy a kőzetekben meglévő, esetenként nagymértékű elem-összetételbeli eltérések a talajokat vizsgálva csökkennek, majd a növények elem-összetételében még inkább kiegyenlítődnek. A növények egyes esetekben a rendszertani hovatartozásuktól, máskor a sziklagyep alapközetétől, talajának elemtartalmától függetlenül eltérő mennyiségeket tartalmaznak a különböző elemekből. Ezek a különbségek azonban nem bizonyultak elegendőnek ahhoz, hogy magyarázhatóvá tegyék a dolomit-növényzet egyedi fajösszetételét és vegetációs képét. Ráadásul az ún. dolomitnövények dolomiton és porlódó mészköveken is élő populációi az elemtartalom tekintetében azonos módon viselkednek a kevésbé specializálódott fajokkal.

A talajok vizsgálatát tovább mélyítve közelítettünk a második kérdés megválaszolásához. A talajok több tulajdonságát elemezve megállapítottuk, hogy a négyféle kőzetten lényegesen eltérő talajképződési folyamatokra lehet következtetni. Amint arra a bevezetőben (vö. dolomitjelenség: első közelítés) már utaltunk, ennek legfőbb tényezője az eróziós és a felhalmozódási folyamatok megvalósulásának mértéke, területi aránya. A nagyobb kiterjedésű akkumulációs szigetekkel rendelkező, homorú lejtőszakaszokkal tagolt dachsteini mészkövön (általánosabban: a karsztosodó mészköveken) előrehaladotabb a sziklagyep talajának fejlődése. Erre utal a nagy humusztartalom, agyagosodás (Fe- és Al-halmozódás, nagyobb kötöttség), jó tápanyagszolgáltató képesség, sőt gyenge pH-csökkenés (kilugzás) is kimutatható.

A szarmata- és lajta mészkövön (általánosabban: a porlódó mészköveken), valamint a dolomiton ettől markánsan eltérő jellegeket találtunk. Az akkumulációs szigetek itt kis kiterjedésűek, vagy hiányoznak, a szerves törmelék erodálódik. Emiatt talajaik fejletlenek, a legfontosabb különbség a karsztosodó mészkő talajához képest a kőzettörmelék- és kőzetpor rendkívül nagy mennyiségű talajba keveredése. Ez a tényező a kőzettani sajátosságok (az apró törmelékképzésre való hajlam a Mg-tartalom-, illetőleg a porozitás-laza szerkezet miatt) eredményeként válik a növényzet szempontjából meghatározóvá. Következménye a talaj csekély tápanyag- és vízszolgáltató képessége, rossz szerkezete, ezzel összefüggésben az erős edafikus stressz.

Természetesen tisztában vagyunk azzal, hogy egyetlen vizsgálat alapján csak igen korlátozott általánosítások tehetők. Most ennek tudatában kísérreljük meg a saját munkánk és a korábbi eredmények alapján röviden összefoglalni, újrafogalmazni a dolomitjelenség elméletének leglényegesebb pontjait.

1. A dolomitjelenség olyan elmélet, magyarázó hipotézisrendszer, amely a dolomit kőzet, valamint a porlódó mészkövek felszíni formáinak kialakulását magyarázza. Az elmélet körébe tartozó kőzetek közös tulajdonsága, hogy fagyaprózódásra erősen, karsztosodásra kevésbé hajlamosak. Aprózódásuk és mállásuk nagy mennyiségű törmeléklet és kőzetport termel. Meredek (20–25%-nál meredekebb) lejtőiken jellemző folyamatok az erózió és a fagyos talajfolyás, a törmelék talajba keveredése. Az akkumulációs szigetek kis területűek, a hulló por és szerves törmelék nem halmozódik fel, nagyrészt erodálódik.

2. Mindezen hatások következtében a talajképződési folyamatok lassúak és részlegesek. A talajfejlődést akadályozza a felszínek nagy hőingása és kiszáradási hajlama (gyors elfolyás, elszívárgás) is. A humuszos rétegbe olyan mennyiségben keveredik a kőzetanyag, hogy az a növények számára erős edafikus stresszt (a kőzetalkotó elemek jelentős túlsúlya, alacsony felvehető tápanyagtartalom, kedvezőtlen talajszerkezet, víz- és tápanyagszolgáltató képesség, rossz hőhőháztartás) jelent. Az erős erózió és a talajfolyás mellett ez a növényzet záródását megakadályozó fő tényező.

3. Az edafikus stressz következtében a klimatikusan indokolt, legnagyobb produkció-szintű növényi közösségek (erdő, cserjés, zárt gyepek) kialakulása a legkitettebb lejtőkön, gerinceken gátolt. Gátolt a jelen korban és valószínűleg gátolt az utóbbi glaciális óta (sőt egyes helyeken bizonyos már korábban is). Az edafikus stressz hatására erősen sérül a klímazonalitás és az érintett felszíneken a mindenkori makroklimától markánsan eltérő mikroklimatikus-edafikus viszonyok hatnak. Ezek a mikroklima-talaj régiók a környező területekétől eltérő környezeti hatásmintázattal bírnak. Ezen egyedi (illetve a dolomitjelenség konkrét megvalósulásától függően ritkább vagy gyakoribb, kisebb vagy nagyobb kiterjedésű) mikroklima-talaj területekben olyan fajok populációi, illetőleg azok együttese található, amelyek másutt ritkák, vagy hiányoznak. A dolomitjelenséggel összefüggésben kialakuló populáció-kollektívumokat, növényzeti típusokat nevezzük összefoglalóan dolomitvegetációnak, dolomittalajvegetatiónak.

Köszönetnyilvánítás

E helyen is köszönetünket fejezzük ki TAMÁS ZSUZSANNÁNAK a laboratóriumi munkák (TAKI), ASZALÓS RÉKANAK (ÖBKI) a terepmunka elvégzésében nyújtott segítségért. A kézirat átnézésével és javasolataikkal FEKETE GÁBOR, BARTHA SÁNDOR, GYÓRY ZOLTÁN, BOTTA-DUKÁT ZOLTÁN, SZEPESSY LEONA, FILEP TIBOR és RÉV SZILVIA voltak segítségünkre, közreműködésükért fogadják hálás köszönetünket. A rajzok elkészítéséért KUN ISTVÁNNAK mondunk köszönetet. Vizsgálatainkhoz az anyagi forrásokat az OTKA T37731 (TÓTH T.) és az OTKA F026458 sz. (KUN A.) pályázatok biztosították.

IRODALOM – REFERENCES

- BABAI Á. 1966: Cönológiai és talajökológiai vizsgálatok a *Botrychium lunaria* (L.) Sw. kis-szénási termőhelyén. *Acta Biol. Debrecina* 4: 3–15.
- BAGHDADY N.H., SIPPOLA J. 1983: Total heavy metal recovery by aqua regia in soils of different origin. *Annales Agriculturae Fenniae* 22: 175–185.
- BARINA Z. 2001: Néhány növényfaj elterjedése a Gerecse-hegységben és környékén. *Kitaibelia* 6: 133–148.
- BARINA Z. 2004: A Dunántúli-középhegység növényföldrajzának főbb jellemzői. *Flora Pannonica* 2: 37–55.
- BARTHA S., RÉDEI T., SZOLLÁT GY., BÓDIS J., MUCINA L. 1998: Északi és déli kitettségű dolomitsziklagyeppek térbeli mintázatainak összehasonlítása. In: *Sziklagyeppek szünbotanikai kutatása. Zólyomi Bálint professzor emlékének* (Szerk.: CSONTOS P.). Scientia Kiadó, Budapest. pp. 159–182.
- CSATHÓ P., ÁRENDÁS T., NÉMETH T. 1998: New, environmentally friendly fertiliser advisory system, based on the data set of the Hungarian long-term field trials set up between 1960 and 1995. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 29: 2161–2174.
- DEBRECZY ZS. 1966: Die xerothermen Rasen der Péter- und Tamás-Berge bei Balatonarács. *Annales Hist.-Nat. Mus. Nat. Hung.* 58: 223–241.
- DRASKOVITS R., KOVÁCS-LÁNG E. 1968: Mikroklimamessungen in Kalkstein- und Dolomitfelsenrasen. *Annales Univ. Sci. Budapest., Sect. Biol.* 10: 115–129.
- FEKETE G., KOVÁCS M. 1982: A főtí Somlyó vegetációja. *Bot. Közlem.* 69: 19–31.
- FEKETE G., TÖLGYESI GY., HORÁNSZKY A. 1989: Dolomite versus limestone habitats: a study of ionic accumulation on a broader floristic basis. *Flora* 183: 337–348.
- FÖLDVÁRINÉ VOGL M. 1975: *A területi geokémiai kutatás elméleti és gyakorlati módszerei*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- GAMS H. 1930: *Über Reliktföhrenwälder und das Dolomitphänomen*. Berlin.
- GÁBRIS GY. 1995: Éghajlati felszínalakok I. Periglaciális geomorfológia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- GYÓRI D., TÖLGYESI GY. 1968: Vadontermő növények (*Trifolium repens*, *Galium mollugo*, *Achillea millefolium*) mikroelemtartalmát befolyásoló tényezők vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan* 17: 77–90.
- JAKUCS P. 1962: A domborzat és a növényzet kapcsolatáról. *Földr. Ért.* 11: 203–217.
- JÁRÓ Z. 1996: Ökológiai vizsgálatok a Kis- és Nagy-Szénáson. *Természetvédelmi Közlem.* 3f-4: 21–53.

- JUHÁSZ Á. 1987: *Évmilliók emlékei. Magyarország földtörténete és ásványi kincsei*. Gondolat, Budapest.
- KAULE G. 1991: *Arten- und Biotopschutz*. 2. Auflage. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- KERÉNYI A. 1998: A föld talajai. In: *Általános természetföldrajz* (Szerk.: BORSY Z.). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 676–725.
- KISS A. S. 1983: *Magnéziumtrágyázás, magnézium a biológiában*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- KOCH S. 1985: *Magyarország ásványai*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- KOVÁCSNÉ LÁNG E. 1966: Összehasonlító talaj- és növényanalízis dolomit- és mészkő-sziklagyepekben. *Bot. Közlem.* 53: 175–184.
- KUN A. 1996: Sziklagyepek és lejtősztyepek a Középdunai Flóraválasztó környékén I. A Biatorbágy melletti Százlépcső-hegy növényzete. *Bot. Közlem.* 83: 25–38.
- KUN A., ITTZÉS P. 1995: A *Seseli leucospermum* W. et K. és a nyílt dolomitsziklagyep (*Seseli leucospermum-Festucetum pallentis*) előfordulása szarmata mészkövön. *Bot. Közlem.* 82: 27–34.
- KUN A., ITTZÉS P., KRASSER D., ASZALÓS R. 2002: A *Carex humilis* dominálta sziklafüves lejtők variabilitása a Dunántúli- és Északi-középhegységben. In: *Magyar botanikai kutatások az ezredfordulón. Tanulmányok Borhidi Attila 70. születésnapja tiszteletére* (Szerk.: SALAMON-ALBERT É.). pp. 447–462.
- LAKANEN E., ERVIÖ R. 1971: A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Ann. Agric. Fenn.* pp. 123, 223–232.
- LÁNG E. 1971: A növények és talajok kapcsolata és a termőhelyi viszonyok dolomit és mészkő sziklagyepekben. *Abstracta Botanica* 1: 31–41.
- LÁNG F. 1998: *Növényélettan*. ELTE, Eötvös Kiadó, Budapest.
- LESS N. 1988: A Délkeleti-Bükk vegetációtérképe. *Bot. Közlem.* 74–75: 111–120.
- LESS N. 1991: A Délkeleti-Bükk vegetációja és xerotherm erdőátársulásainak fitocönológiája. Kandidátusi értekezés, Debrecen.
- MAGLOCKY S. 1979: *Xerothermá vegetácia v Povazskom Inovci*. Veda, Bratislava.
- MÉSZÁROS-DRASKOVITS R. 1971: A *Linum dolomiticum* BORB. ökológiai és cönológiai viszonyai. *Abstracta Botanica* 1: 42–52.
- MOTA J. F., VALLE F., CABELLO J. 1993: Dolomitic vegetation of South Spain. *Vegetatio* 109: 29–45.
- MTA-TAKI 2003: Az erózió helyzete és térképezése Magyarországon. Térinformatikai módszer kidolgozása a meszezés hatékonyságának üzemi szintű vizsgálatára a talajtulajdonságok és a terméshozamok értékelésének segítségével. In: www.taki.iif.hu/eredmeny/mesz2003.doc: 1–31.
- MUCINA L., BARTHA S. 1999: Variance in species richness and guild proportionality in two contrasting dry grassland communities. *Biologia* (Bratislava) 54: 67–75.
- PAIS I. 1980: A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- PÉCSI M. 1988: A domborzat kistájak szerinti minősítése, a Budai-hegység. In: *A Dunántúli-középhegység B. Magyarország Tájépföldrajza* 6. (Szerk.: ÁDÁM L., MAROSI S., SZILÁRD J.). Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 341–351.
- RÉDEI T. 1994: A dolomitvegetáció indikációs értékének relativitása. A III. Magyar Ökológus Kongresszus előadásainak és posztereinek összefoglalói. Szeged, p. 143.
- RÉDEI T., BOTTA-DUKÁT Z., CSIKY J., KUN A., TÓTH T. 2003: On the possible role of local effects on the species richness of acidic and calcareous rock grasslands in Northern Hungary. *Folia Geobotanica and Phytotax* 38: 453–467.
- ROZGONYI N. 2002: Durva mészkő viselkedése légköri szennyeződés hatására. *Építőanyag* 54/2: 30–36.
- SÁG L. 1987: Földtani alapok. In: *A Dunántúli-középhegység A. Magyarország Tájépföldrajza* 5. (Szerk.: ÁDÁM L., MAROSI S., SZILÁRD J.). Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 40–131.
- SCHMID E. 1936: Die Reliktflöhrenwälder der Alpen. Beitr. z. geobot Landesaufn. der Schweiz.
- SEREGÉLYES T. 1974: Über die Felsenrasenvegetation des Gerecsegebirges. *Annales Univ. Sci. Budapestensis, Sect. Biologica* 16: 123–144.
- SIMON T., TÖLGYESI GY. 1968: Különböző termőhelyű *Potentilla arenaria* BORKH. populációk és talajaik makro- és mikroelemtartalmának összehasonlító vizsgálata. *Bot. Közlem.* 55: 267–272.
- SRAMKÓ G. 2004: „Dunántúli” közép-dunai flóraválasztós fajok a Matricum flórájában. *Kitabelia* 9: 31–56.
- STEFANOVITS P. 1981: *Talajtan*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- TAMHANE A. C. 1979: A comparison of procedures for multiple comparisons of means with unequal variances. *Journal of the American Statistical Association* 74: 471–480.
- TÖLGYESI GY. 1969: *A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- TÖLGYESI GY., CSAPODY I. 1973: Sopron környéki közethatású, valamint közép- és délkelet európai barna erdőtalajok természetes növényzetének tápanyag felvétele. *Agrokémia és Talajtan* 22: 129–152.

- TÖLGYESI GY., FEKETE G., PRÉCSÉNYI I., HORÁNSZKY A. 1979: Ökológiai és módszertani megfigyelések homokpuszták talajának és növényzetének elemi összetételével kapcsolatban. *Agrokémia és Talajtan* 28: 97–114.
- VINOGRADOV A. P. 1959 *The geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils*. Chapman and Hall. London.
- VOJTKÓ A. 1992: A délnyugati Bükk dolomitnövényzetének előzetes vizsgálata. *Fol. Hist.-nat. Mus. Matr.* 17: 139–150.
- VOJTKÓ A. 1998: A Bükk hegység sziklagyepjeinek és sztyeprétjeinek jellemzése. In: *Sziklagyeppek szünbotanikai kutatása. Zólyomi Bálint professzor emlékének* (Szerk.: CSONTOS P.). Scientia Kiadó, Budapest, pp. 133–155.
- VOJTKÓ A. (szerk.) 2001: *A Bükk hegység flórája*. Sorbus 2001 Kiadó, Eger.
- WIKBERG S., MUCINA L. 2002: Spatial variation in vegetation and abiotic factor related to the occurrence of a ring-forming sedge. *Journal of Vegetation Science* 13: 677–684.
- ZÁMBÓ L. 1998: A karsztosodó kőzetek alaklata (karsztgeomorfológia). In: *Általános természetföldrajz* (Szerk.: BORSY Z.). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 544–593.
- ZÓLYOMI B. 1942: A középdunai flóráválasztó és a dolomitjelenség. *Bot. Közlem.* 39: 209–231.
- ZÓLYOMI B. 1958: Budapest és környékének természetes növénytakarója. In: *Budapest Természeti Képe* (Szerk.: PÉCSI M., MAROSI S., SZILÁRD J.). Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 509–642.
- ZÓLYOMI B. 1987: Coenotone, ecotone and their role in preserving relic species. *Acta Bot. Hung.* 33: 3–18.

THE DOLOMITE PHENOMENON: RELATIONS AMONG ROCKS, SOILS AND VEGETATION
(Rock, soil and plant analysis on the limestones and dolomite grasslands in Hungary)

A. Kun¹, T. Tóth², B. Szabó³, and J. Koncz²

¹ Research Institute of Ecology and Botany of the Hungarian Academy of Sciences,
H–2163, Vácrátót, Alkotmány u. 2–4, Hungary

² Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the HAS,
H–1022, Budapest, Herman O. u. 15, Hungary

³ Szent István University, Institute of Environmental and Landscape Management,
H–2103, Gödöllő, Páter K. u. 1, Hungary

Accepted: 10 April 2005

Keywords: dolomite, limestones, stone-crumbling, element content, soil types, slope forms, amount of humous, rubbles and powdered stones, dolomite phenomenon

The differences between the vegetation of dolomite and limestone areas in Hungary have previously been described by vegetation scientists. There was some soil and plant analysis too but these works haven't given clear answers to why special characteristics of dolomite vegetation are formed. The author's three questions were:

1) What kind of connection there is among the element contents of four stone types (dachstein-, sarmathian- and lajta limestones, dolomite), their soils and plants, 2) How explicable the element content of stones and soils, the differences of vegetation of four stones is and what other factors are responsible for these, and 3) Based on these reasons how the classical theory of dolomite phenomenon is justified or modified?

The analysis showed that the big element concentration differences of the four stone samples decreased in the soils, and the element content was equalized still more in the examined plants. The changes in element concentration aren't sufficient to explain the unique qualities of dolomite vegetation. On the basis of other soil attributes, the authors have found that there are fundamentally different soil formation processes on the four stone types. The main factors are: dynamism and the local extension of erosion and accumulation processes.

There are two different groups: A.) Dachstein limestone: with concave-convex slopes and strong karst-formation, with well-developed rendzina soils (rich in humous; has good structure, good ability to provide nutritive matter and reduced pH-value). B.) Mouldering limestones (sarmathian- and lajta) and dolomite (the habitats of dolomite vegetation): with convex-concave slopes and stronger soil- and leaf litter erosion. These

soils are undeveloped mixed up with rubbles and powdered stones. For these reasons, the structure of soils is unfavourable, the capacity of nutriment supply is much lower. These features result in strong edaphical stress and prevent the vegetation from closure and succession.

The characteristics under point B.) are called the “concrete realization of dolomite phenomenon”, so it is defined as a theory explaining the shaping of specific edaphic patterns. The main effects of the geomorphological and edaphical characteristics described above are: the prevention of the development of zonal vegetation (closed forests, scrubs). The consequence of strong edaphical stress on these stone slopes are such microclimatic conditions which are different from the existing macroclimate. In these microclimate-soil areas there are species which are very rare or absent in other places. The coexisting populations and vegetation types which were formed under the influence of the dolomite phenomenon are called “dolomite flora and dolomite vegetation”.

KÖNYVISMERTETÉS

SZABÓ L. GY. : **Drog- és gyógynövénynevek.**

Magyar Gyógyszerésztudományi Társaság, Budapest, 2004, 178 o.

Gyógynövény-ismereti tájékoztató. Schidt und Co. - Melius Alapítvány, Baksa – Pécs, 2005, 309 o.

A „Drog- és gyógynövénynevek”, valamint a „Gyógynövény-ismereti tájékoztató” címmel megjelent két kötet igen hosszú idő óta fennálló hiányt pótol; fél évszázad is eltelt már egy hasonló – nem csupán történeti értékű – szakkönyvnek a megjelenése óta.

E könyvek megjelenésének ideje két egymást követő év ugyan, de tartalmuk és a gyakorlati használatuk szorosan összeköti őket, így ismertetésük során mint teljes egészet érdemes azokat értékelni.

A mai világban egyrészt a hivatalos patikaszerkező özszerű halmaza, a természetes gyógymódotknál ajánlott és alkalmazott számos növényfaj tömege, másrészt a folyamatosan különféle formákban megjelenő népszerű információk sokasága megkívánja, egyben szükségessé is teszi az alapok jól áttekinthető, szabatos rendezését.

A növények hatóanyagainak megismeréséhez elsősorban azok megismerése (meghatározása) és elnevezésük pontosságára elengedhetetlenül szükséges. E téren ad eligazítást – alaposan tudományos igényességgel – a „Drog- és gyógynövénynevek” című munka. A könyv értelem szerűen drognév-szótárral kezdődik, mely megadja az illető drogot szolgáltató növénynevet. Ezt követi a latin-magyar növénynévszótár, kibővíve az illető fajból nyerhető drog nevével.

A könyvön belül a „Drognevek” (11–39. old.), valamint a „Drogot szolgáltató növények nevei” (41–131. old.) című csoportosítással a szerző azt is közli, hogy a kívánt drog melyik növényfajban található. Megadja az illető fajnak latin és magyar megfelelőjét, színinim neveit és családját.

Az irodalomjegyzékben (133–135. old.) a munkához felhasznált bőséges és értékes összeállítás található, amely tanúsítja a tanulmány tudományos értékét. A pontos „Névmutató” (137–178. old.) hasznos segítségül szolgál a könyv kezeléséhez.

Az összetartozó két egység később megjelent darabja a „Gyógynövény-ismereti tájékoztató”. Amint alcíme is mutatja, gyógyszerészeknek, orvosoknak, kertész- és agrármérnököknek, biológianároknak egyaránt szánt, részletes, és akár kézikönyvként is használható összeállítás.

A könyv „Általános” része a témát érintő igen sokoldalú ismereteket közöl. Nagyon értékes irodalomtörténeti áttekintésen kívül (a Kr. e. 2700-as évektől a XX. században elhunyt neves HALMAI JÁNOS munkájáig) a szakember az őt közelebbről érdeklő népi orvoslási tapasztalatokról, herbáriumokról is olvashat. Pontos ismereteket kaphat a növényi anyagcserével kapcsolatos hatóanyagok képződéséről; a fotoszintézis, szénhidrátok, lipidek, speciális aminosavak és fehérjék, azotoidok, fenoloidok címszavak alatt. A könyvben szó van a gyógyászatban ismert vadon termő, védendő, valamint a természet növényekről, nemesítésükről is. Nem hiányzanak a drogok feldolgozásával, minősítésével, kutatásával kapcsolatos ismeretek sem. Képet ad a ma egyre jobban terjedő fitoterápia, aromaterápia, homeopátia gyakorlatáról is.

A „Gyógynövények” fejezetben a drognévszótár után a gyógynövények szótára található. E rész címszavainál gyakorlati ismereteket is kapunk: a magyar és latin növénynevek mellett honosságuk, hatóanyagaik és alkalmazási területük is szerepel. Ezekkel a kiegészítésekkel a korábbi, fent már ismertetett „Drog- és gyógynövénynevek” című értékes munka hasznos kiegészítést nyer. Igen fontos, hogy a szerző itt szerepelteti a Ph. Hg. VIII.-ban olvasható hivatalos drogok és készítményeik jegyzékét.

PRISZTER SZANISZLÓ