



A bükki erdős és gyepes töbrök növényzetének hőmérsékleti és talajnedvességi indikációja

BÁTORI Zoltán^{1*}, E. VOJTKÓ Anna², ERDŐS László¹ & VOJTKÓ András³

(1) Szegedi Tudományegyetem TTIK Ökológiai Tanszék, H-6726 Szeged, Közép fasor 52.; * zbatory@gmail.com

(2) MTA Ökológiai Kutatóintézet, Tisza-kutató Osztály, H-4026 Debrecen, Bem tér 18/C;

(3) Eszterházy Károly Főiskola, Növénytan és Ökológiai Tanszék, H-3300 Eger, Leányka utca 6.

Temperature and soil moisture regimes of the forested and non-forested dolines of the Bükk Mountains based on ecological indicator values

Abstract – In the study we aimed to investigate whether there are differences in the ecological conditions of the forested and non-forested dolines of the Bükk Mountains (northern Hungary). Transects for sampling the herb layer were established across three forested and three non-forested dolines in a north to south direction, traversing the deepest point of the dolines. Presence-absence data of each vascular herb and tree sapling were recorded in the plots. Borhidi's indicator values for temperature (TB) and soil moisture (WB) were used to compare the ecological conditions along the slopes. Our results showed that there were remarkable differences between the temperature and moisture regimes of the forested and non-forested dolines. Both the temperature and moisture gradients were more pronounced along the slopes of the non-forested dolines than along the forested ones. These are due to the fact that forest cover together with the features of the regional climate of the area has a considerable mitigating effect both on the air temperature and soil moisture regimes of dolines.

Key words: ecological indicators, karst dolines, microclimate, slope aspect, soil moisture, temperature gradient, transect, vegetation cover

Összefoglalás – Jelen tanulmányban a Bükk hegység gyepes és erdős töbreinek ökológiai viszonyait vizsgáltuk a növényzeti indikátorértékek összehasonlításával. Három nagyméretű gyepes és három nagyméretű erdős töbrő észak-déli kitétségű lejtője mentén szelvényeket fektettünk, melyek áthaladtak a töbrök legmélyebb pontján. A szelvény menti kvadrátokban az összes edényes növényfaj előfordulását feljegyeztük. A Borhidi-féle relatív hőigény (T) és relatív talajvíz, ill. talajnedvesség (W) mutatók segítségével hasonlítottuk össze a lejtők ökológiai tulajdonságait. A növényzet indikációja alapján megállapítottuk, hogy a gyepes és az erdős töbrök lejtői mentén kialakult hőmérsékleti és nedvességi gradiensek erőssége és kimutathatósága jelentősen különbözik. A gyepes töbrök lejtői mentén kifejezettebbek a különbségek. Ennek elsődleges oka a terület regionális klímája mellett az erdőborítás mikroklimatikus szélsőségeket csökkentő hatásában keresendő.

Kulcsszavak: hőmérsékleti gradiens, kitétség, mikroklíma, növényzeti borítás, ökológiai indikátorok, szelvény, talajnedvesség, töbrő

Bevezetés

A töbrök (dolinák) a karsztfelszínnek lefolyástalan, zárt mélyedései, melyek vízelvezetésük során alakulnak ki, illetve fejlődnek, s felülnézetben többnyire kör alakúak (VERESS 2004). Mint a karszterületek egyik legmeghatározóbb felszínformái, korán a vizsgálatok közép-

pontjába kerültek. A töbrök légterének különleges mikrometeorológiai folyamatait számos kutató tanulmányozta. A lejtők mentén kis távolságokon belül jelentős mikroklimatikus különbségeket is megfigyeltek (KÜRSCHNER *et al.* 1998, EREN *et al.* 2004, BÁTORI *et al.* 2011). A Trieszti-karszt mély töbreiben kimutatták, hogy a töbörperemektől lefelé haladva a hőmérséklet 100 méteren akár 6 °C-ot is csökkenhet, míg a környező területeken ez az érték felfelé haladva 0,6 °C körül adódik (POLLI 1961, 1984). Ezt a jelenséget klímainverzióknak hívja a szakirodalom, amely általánosan jellemző a töbrök légterére (vö.: GEIGER 1950, FUTÓ 1962, JAKUCS 1962, WAGNER 1963, WHITEMAN *et al.* 2003, BÁTORI *et al.* 2011). A zárt mélyedés jól körülhatárolható mikroklímarendszerét a kitettségek mind a lég-, mind a talajhőmérséklet szempontjából tovább tagolják (BOROS & BÁRÁNY 1975, BÁRÁNY-KEVEI 1999). Mivel a talajhőmérséklet alapvetően befolyásolja a talajnedvességet, ezért a talajnedvesség szintén a kitettségtől függően változik a töbrökben (JAKUCS 1971).

A fentiekben tárgyalt mikroklimatikus sajátosságok a töbrök florisztikai összetételét jelentősen befolyásolják. A hidegidőszaki reliktum és a montán fajok számára a töbrök jó refúgiumok, ezért az alacsonyabb tengerszint feletti magasságú területek növényzetének (akár néhány 100 m tszfm.) magashegységi jelleget kölcsönöznek (JAKUCS 1951, VOJTKÓ 1997, VOJTKÓ *et al.* 1998). A töbrökben kialakult klímainverziót a vegetációs övek (zonális növény-társulások) megfordulása, a növényzet inverziója (ún.: régióalávetődés) követheti (BECK 1906). Számos töbrökben a helyi edafikus tényezők (például magas talajnedvesség, sziklás talaj) növényzetformáló szerepe sem elhanyagolható (HORVAT 1953, CSIKY *et al.* 2014).

A magyarországi töbrök növényzetének kutatása hosszú időre tekint vissza. A kutatók kezdetben csak a töbrökhöz kapcsolódó növényfajok előfordulásainak dokumentálását tartották fontosnak, később azonban már az előfordulások okára, annak geomorfológiai és klimatológiai vonatkozásaira is hangsúlyt fektettek. Zólyomi Bálint és kutatótársai az 1930-as évek első felében a bükki Nagymező növényzetének vizsgálata során már mikroklímát is mértek (BACSÓ & ZÓLYOMI 1934), s a növényzet–klíma kapcsolat együttes feltárására törekedtek (ZÓLYOMI 1936). Újabbán a Mecsek hegység és az Aggteleki-karszt erdős töbreiben vizsgálták részletesen a növényzet mintázatát. Kimutatták, hogy a közepes méretű és a nagyméretű töbrök kiemelt szerepet játszanak a fajmegőrzésben, s élőhelyszigeteknek tekinthetők (BÁTORI *et al.* 2011, 2012, 2014). A különböző méretű töbrök flórája szignifikáns egymásba ágyazottságot mutat, s a fajszám–terület összefüggését leíró egyenes meredeksége jelentősen változik attól függően, hogy milyen fajcsoportokat veszünk figyelembe. A mecseki töbrök különböző kitettségu oldalainak vizsgálatát a Borhidi-féle relatív ökológiai indikátorértékek segítségével is elvégezték (BÁTORI 2012).

Az ökológiai indikátorértékek széleskörű használata Heinz Ellenberg nevéhez fűződik, aki hét különböző mutatót (fény, hőmérséklet, kontinentalitás, sötétítés, talajnedvesség, talajreakció és tápanyag-ellátottság) használt a közép-európai élőhelyek ökológiai adottságainak jellemzésére (ELLENBERG 1952, ELLENBERG *et al.* 1992). A rendszernek adott régiókhoz való illesztését később széles körben elvégezték, s alkalmazása mára általánosan elfogadottá vált a növényökológiában (például BORHIDI 1993, HORVÁTH *et al.* 1995, ter BRAAK & WIERTZ 1994, DIEKMANN 2003). Az ökológiai indikátorértékek használatának előnyei mellett ismerni kell azokat a korlátokat is, amelyek az elemzések során felmerülhetnek. Az ordinális skála tulajdonságaiból következik, hogy néhány statisztikai elemzést nem lehet „automatikusan” elvégezni rajtuk. Az értékek átlagolása matematikailag problematikus, ennek ellenére számos tanulmány kiemeli, hogy az átlagolt értékek jól jellemzik egy adott terület ökológiai viszonyait, és jól használhatók az összehasonlítások során (ter BRAAK & GREMMEN 1987, LENGYEL *et al.* 2012, TÖLGYESI & KÖRMÖCZI 2012, TÖLGYESI *et al.* 2014).

A hasonló regionális klímával rendelkező területeken az erdővel és a gyeppel borított felszínek mikroklímája között jelentős különbségek adódhatnak (BACSÓ & ZÓLYOMI 1934, FUTÓ 1965, OLIVER *et al.* 1987, ALLEN & BURTON 1993). Jelen tanulmányban a Bükk hegység maga-

san (>750 m) fekvő, erdőkkel és gyepekkel borított töbreinek összehasonlító ökológiai vizsgálatát tűztük ki célul, a töbrök növényzetének ökológiai indikációja segítségével. A következő kérdésre kerestük a választ:

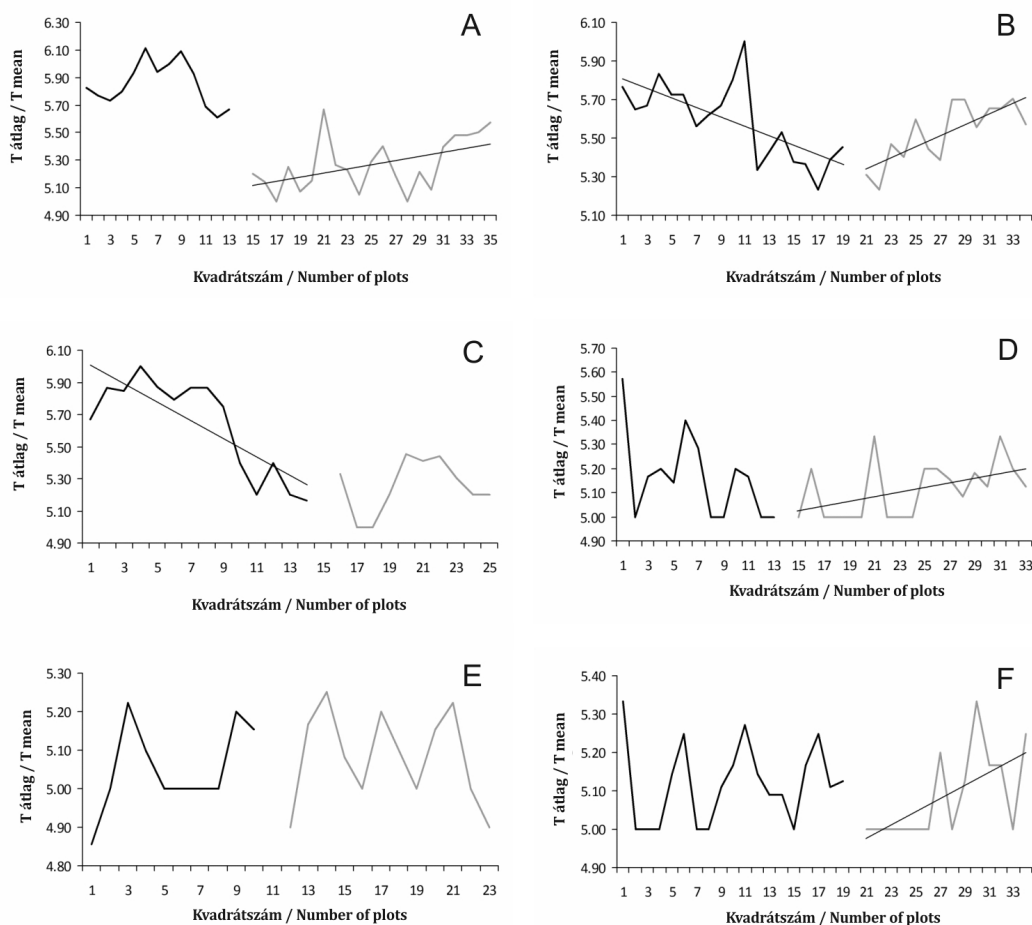
Hogyan befolyásolja a növényzeti borítás a töbrök lejtői mentén kialakult hőmérsékleti és nedvességi grádiensek erősségét és mintázatát?

Anyag és módszer

Vizsgálatainkat a bükki Nagymező három nagyméretű gyepes (Gy₁, Gy₂ és Gy₃), és a bükki Őserdő három nagyméretű erdős töbrében (E₁, E₂ és E₃) végeztük 2014 júliusában. A töbrök átmérője meghaladta a 80 métert, mélységük a 10 métert. A 780–850 m tengerszint feletti magasság között elhelyezkedő terület éghajlata az év legnagyobb részében hűvös és csapadékos, hegyvidéki jellegű. Az évi csapadékmennyiség meghaladja a 850 mm-t, az évi középhőmérséklet 6–6,5 °C között mozog. A gyepes töbrök délies oldalain szárazgyepek fordulnak elő, míg az északi kitettséű oldalakon és a mélyebb lejtőkön hegyi rétek találhatók. A víznyelők körül magaskórós növényzet alakult ki. Az erdős töbröket montán bükkösök borítják (VOJTKÓ 2001). A töbrök észak–déli lejtői mentén 1 m széles szelvényeket (transzekteket) fektettünk, melyek áthaladtak a töbrök legmélyebb pontján. A szelvények a töbröket körülvevő növényzetből indultak, s a déli kitettséű töböroldalán keresztül haladtak az északi kitettséű töbörperem irányába. A szelvények mentén minden esetben 1 m × 1 m nagyságú kvadrátokat felvételeztünk, melyek három méterenként követték egymást. Minden egyes kvadrátban az edényes növényfajok előfordulását (jelenlét/hiány) regisztráltuk. A kvadrátokra kiszámoltuk a Borhidi-féle T (relatív hőigény) és a W (relatív talajvíz- ill. talajnedvesség) indikátorértékek spektrumait (BORHIDI 1993), valamint az indikátorérték-átlagokat. Lineáris regresszióval vizsgáltuk az északi és a déli töbörfél indikátorérték-átlagainak kapcsolatait. A regressziós elemzéseket Past 2.15 programmal [1] végeztük. A fajok tudományos nevei KIRÁLY (2009) nevezéktanát követik.

Eredmények

A T indikátorérték-átlagok 5,00–6,11 (Gy₁), 5,23–6,00 (Gy₂) és 5,00–6,00 (Gy₃) között változtak a gyepes (1. ábra A–C), valamint 5,00–5,57 (E₁), 4,86–5,25 (E₂) és 5,00–5,33 (E₃) között az erdős töbrökben (1. ábra D–F). A gyepes töbrökben a legmagasabb értékek a déli kitettséű oldalak középső részén, a legalacsonyabb értékek az északi kitettséű oldalakon és a töböráljakon fordultak elő. Az erdős töbrök esetében a minimum és maximum értékek előfordulása nem köthető egy adott töbörészhez. Az E₂ töbörben a minimum érték a töbörperemen, a maximum érték pedig az északi kitettséű oldalon fordult elő, míg az E₃ töbörben a maximum értéket a peremen, a minimum értékeket pedig a töbör különböző pontjain találtuk. A gyepes töbrök alján és északi kitettséű oldalán néhány T4-es (montán túlevelű erdők öve vagy tajga öv) faj (például *Aconitum variegatum* subsp. *gracile*, *Festuca ovina* és *Rosa pendulina*), míg az erdős töbrökben egy T3-as (szubalpin vagy szubboreális öv) faj (*Dryopteris dilatata*), s egy T4-es faj (*Anthriscus nitida*) fordult elő. A T3-as fajt az E₂ alján, a T4-es fajt az E₂ mindkét oldalán, s az E₃ északi kitettséű oldalán találtuk. A T8-as (szubmediterrán siblijak és sztyep öv) fajok (*Centaurea scabiosa* subsp. *sadleriana* és *Waldsteinia geoides*) a gyepes töbrökben elsősorban a töbörperemeken és a déli kitettséű oldalakon fordultak elő. Az erdős töbrökben a legmagasabb T értéket indikáló faj a T7-es (termofil erdők és erdős-sztyepek öve) *Arum orientale*, amely az E₁ északi kitettséű oldalán fordult elő.

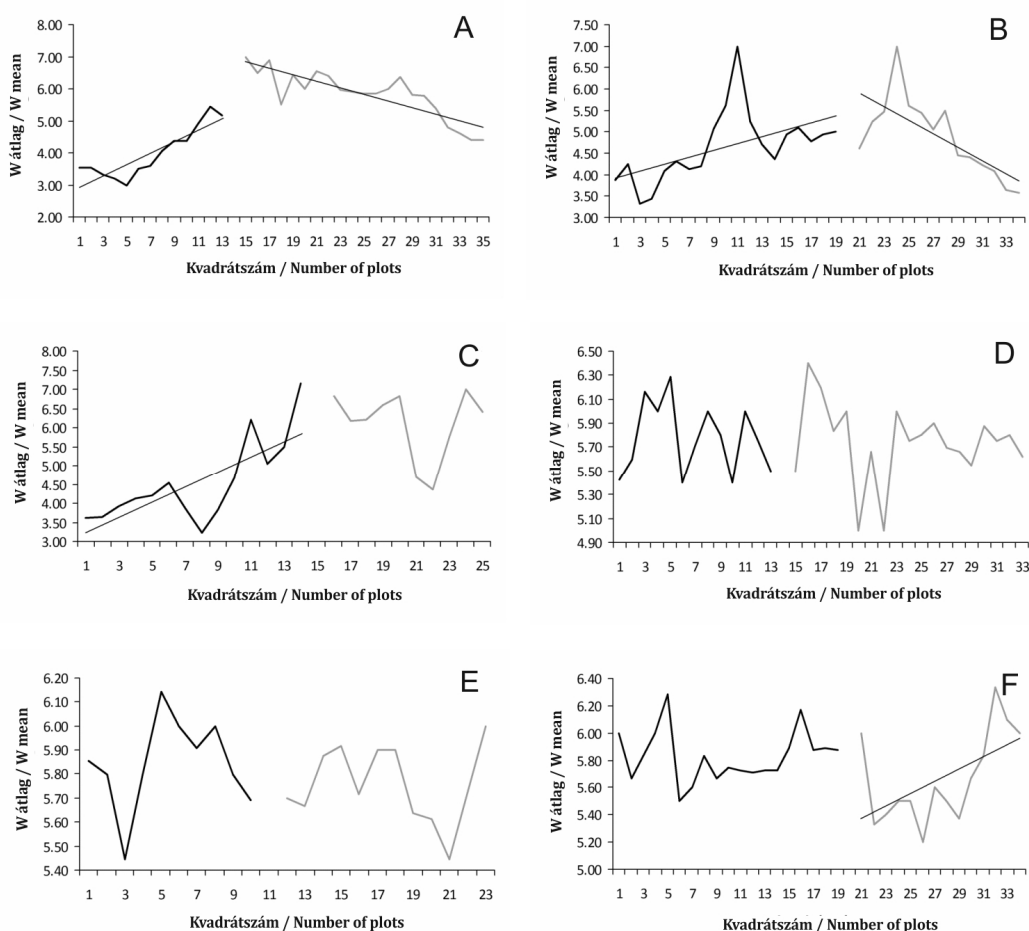


1. ábra. T-Indikátorérték-átlagok alakulása a töbrök szelvénye mentén. **A.** Gy₁ töbör; **B.** Gy₂ töbör; **C.** Gy₃ töbör; **D.** E₁ töbör; **E.** E₂ töbör; **F.** E₃ töbör. A regressziós egyenesek egyenletei: **A.** $0,0152x + 4,889$; $R^2 = 0,2405$; **B.** $-0,0244x + 5,8297$; $R^2 = 0,4621$ és $0,0284x + 4,7472$; $R^2 = 0,5894$; **C.** $-0,0569x + 6,062$; $R^2 = 0,6472$; **D.** $0,0097x + 4,8803$; $R^2 = 0,2248$; **F.** $0,0171x + 4,6198$; $R^2 = 0,3787$.
Fig. 1. Mean TB-indicator values along the doline transects. **A.** doline Gy₁; **B.** doline Gy₂; **C.** doline Gy₃; **D.** doline E₁; **E.** doline E₂; **F.** doline E₃; Linear regression equations: **A.** $0,0152x + 4,889$; $R^2 = 0,2405$; **B.** $-0,0244x + 5,8297$; $R^2 = 0,4621$ and $0,0284x + 4,7472$; $R^2 = 0,5894$; **C.** $-0,0569x + 6,062$; $R^2 = 0,6472$; **D.** $0,0097x + 4,8803$; $R^2 = 0,2248$; **F.** $0,0171x + 4,6198$; $R^2 = 0,3787$.

A T indikátorérték-átlagok és a kvadrátpozíciók közötti korreláció szignifikáns a Gy₁ töbör északi ($p < 0,05$), a Gy₂ déli és északi ($p < 0,005$), valamint a Gy₃ déli ($p < 0,005$) kitétségű oldalán. Az erdős töbrökben csupán az E₁ és az E₃ északi kitétségű oldalai mentén kaptunk szignifikáns ($p < 0,05$) összefüggést.

A W indikátorérték-átlagok 3,00–7,00 (Gy₁), 3,33–7,00 (Gy₂) és 3,23–7,17 (Gy₃) között változtak a gyepes (2. ábra A–C), valamint 5,00–6,40 (E₁), 5,44–6,14 (E₂) és 5,20–6,33 (E₃) között az erdős töbrökben (2. ábra D–F). A Gy₁ és Gy₃ esetében a legmagasabb értékek a töböráljhoz közel, a legalacsonyabb értékek a déli kitétségű oldalakon fordultak elő. A Gy₂-ben a legmagasabb értékek az oldalak középső és alsó, a legalacsonyabb értékek az oldalak felső részein fordultak elő. Hasonlóan a T indikátorértékekhez, a W indikátorérték-átlagok minimum és maximum értékei sem köthetők adott töbörreszekhez az erdős töbrök esetében.

A gyepes töbrök déli kitétségű oldalainak alsó és középső részén, a töbörájakon és az északi kitétségű oldalakon számos W8-as (nedvességjelző) faj (például *Filipendula ulmaria*, *Gentiana pneumonanthe* és *Iris sibirica*) fordult elő. A Gy₁-ben egy W9-es (talajvízjelző) fajt (*Peucedanum palustre*) is találtunk. Az erdős töbrök legmagasabb W értéket indikáló fajait (W7) a töbrök minden részén megtaláltuk. A gyepes töbrökben (elsősorban a déli kitétségű lejtőkön, s a peremekhez közel) néhány W2-es (szárazságjelző) faj (például *Acinos arvensis*, *Phleum phleoides* és *Scabiosa ochroleuca*) is előfordult. Az erdős töbrök egyetlen W4-es (felszáraz termőhelyet indikáló) faja a *Glechoma hirsuta* volt, amely mindegyik töbörreszen előfordult.



2. ábra. W-Indikátorérték-átlagok alakulása a töbrök szelvénye mentén. **A.** Gy₁ töbör; **B.** Gy₂ töbör; **C.** Gy₃ töbör; **D.** E₁ töbör; **E.** E₂ töbör; **F.** E₃ töbör. A regressziós egyenesek egyenletei: **A.** $0,1784x + 2,7515$; $R^2 = 0,7724$ és $-0,1017x + 8,3725$; $R^2 = 0,6942$; **B.** $0,0805x + 3,8463$; $R^2 = 0,2973$ és $-0,1568x + 9,1915$; $R^2 = 0,5095$; **C.** $0,1999x + 3,0374$; $R^2 = 0,5715$; **F.** $0,0449x + 4,4328$; $R^2 = 0,3151$.

Fig. 2. Mean WB-indicator values along the doline transects. **A.** doline Gy₁; **B.** doline Gy₂; **C.** doline Gy₃; **D.** doline E₁; **E.** doline E₂; **F.** doline E₃. Linear regression equations: **A.** $0,1784x + 2,7515$; $R^2 = 0,7724$ and $-0,1017x + 8,3725$; $R^2 = 0,6942$; **B.** $0,0805x + 3,8463$; $R^2 = 0,2973$ and $-0,1568x + 9,1915$; $R^2 = 0,5095$; **C.** $0,1999x + 3,0374$; $R^2 = 0,5715$; **F.** $0,0449x + 4,4328$; $R^2 = 0,3151$.

A *W* indikátorérték-átlagok és a kvadrátpozíciók közötti korreláció szignifikáns a Gy_1 töbrő déli és északi ($p < 0,001$), a Gy_2 déli ($p < 0,05$) és északi ($p < 0,005$), valamint a Gy_3 déli ($p < 0,005$) kitettségi oldalán. Az erdős töbrők esetében csupán az E_3 északi kitettségi oldala mentén kaptunk szignifikáns ($p < 0,05$) összefüggést.

A regressziós egyenes meredeksége a *W* indikátorérték-átlagok esetében általában nagyobb.

Az eredmények megvitatása

A karsztos felszínformák növényzetmódosító szerepét nem lehet csupán jelenség szinten kezelni, hanem azoknak a háttértényezőknek a feltárására és megértésére is törekedni kell, amelyek kölcsönhatásával alakul ki a helyi növényzet. Ezért kiemelt figyelmet kell szentelni a terület klímájának, az expozíciónak, a lejtőmélységnek, a lejtőmeredekségnek, a talaj típusának és összetételének is, de nem szabad elfeledkeznünk az emberi tevékenységről sem (BÁTORI *et al.* 2014). Jelen tanulmányban hasonló regionális klímájú, hasonló méretű, természetközeli növényzettel rendelkező, de különböző növényzeti borítású töbrők lejtői mentén hasonlítottuk össze az élőhelyi adottságokat, a lejtőkön előforduló növényzet indikációja segítségével.

Főbb eredményeink a következők:

- Az erdős és a gyepes töbrők lejtői mentén kialakult hőmérsékleti és nedvességi grádiensek erőssége és kimutathatósága eltérő.
- A vizsgált tengerszint feletti magasságon a gyepes és az erdős töbrők jelentős szerepet játszanak a hűvös és nedves klímát indikáló növényfajok megőrzésében. A gyepes töbrőkben ezek a fajok elsősorban a töbrők mélyebben fekvő lejtőin, valamint az északi kitettségi oldalakon fordulnak elő. Az erdővel borított területeken a hűvös és nedves klímát indikáló növényfajok a töbröket körülvevő erdőkben, a töbrőperemeken, a magasabb és az alacsonyabb töbrőlejtőkön egyaránt megtalálhatók.

A töbrők termőhelyének ökológiai indikátorértékekkel való jellemzése nem új keletű. BÁRÁNY-KEVEI (1983, 1985) fajösszetétel és ökológiai indikáció tekintetében összehasonlította egy bükki gyepes töbrő különböző kitettségi lejtőit. Nagyobb számban az északi és a déli lejtőkön, illetve az északi és déli töbrőfélen talált olyan növényfajokat, amelyek máshol nem jelennek meg. A különböző expozíciójú oldalak között különbségek adódtak a *T* és a *W* mutatók elemzése során is. A legnagyobb különbség az északi és a déli töbrőfél talajnedvességében mutatkozott. Vizsgálatainkból kitűnik, hogy a Bükk magasán fekvő gyepes töbrőiben a hőmérsékleti és a nedvességi gradiens kifejezettebb a lejtők mentén, mint az erdős töbrőkben. A *T* indikátorérték-átlagok csökkenése 4 esetben volt szignifikáns a gyepes, s 2 esetben az erdős töbrők esetében. A *W* indikátorérték-átlagok esetében a különbségek még kifejezettebben jelentkeztek, 5 esetben kaptunk szignifikáns összefüggést a gyepes, s 1 esetben az erdős töbrők lejtői mentén. A különbségek elsődleges okát a gyepes töbrők szélsőséges mikroklímájában kell keresni, amely még a magas tengerszint feletti magasságon (>750 m) fekvő töbrők esetében is jelentős különbségeket eredményez az eltérő kitettségi és mélységi lejtők között (GEIGER 1950, FUTÓ 1965, LEHMANN 1970).

A bükki erdős töbrők növényzetének hőmérsékleti indikációja hasonló mintázatot mutat a mecseki erdős töbrőkéhez (BÁTORI 2012), igazolva a karsztos mélyedések erdőborításának hőmérsékletre gyakorolt mérséklő hatását. A mecseki erdős töbrők lejtői mentén azonban jelentős különbségeket kaptunk a *W* mutatók esetében, ami ellentétben áll a bükki eredményekkel. Ez feltételezhetően makroklimatikus és vegetációtörténeti hatásokkal magyarázható. A Mecsek alacsonyan fekvő töbrői a szubmediterrán klímahatás alatt viszonylag magas évi csapadékmennyiség (750 mm körül) és középhőmérséklet (9,5 °C) alatt fejlődnek (ÁDÁM *et al.* 1981, MAROSI & SOMOGYI 1990), a párolgás a Bükkhöz képest erőteljesebb, s a jellegzetes tölcsér és tál alak következtében a magasabb töbrőlejtők hamarabb kiszáradnak (BÁTORI *et al.*

2011). A Bükk-fennsíknak és környékének évi középhőmérsékleti értékei jóval alacsonyab-
bak (6–6,5 °C), amihez magas évi csapadékmennyiség is társul (850 mm körül) (VOJTKÓ
2001); így a töbrök magasabban fekvő lejtői kevésbé száradnak ki. Ezek a klimatikus hatások
jelentősen befolyásolják mindkét karsztvidék növényzetét, s a töbrökben előforduló növény-
zet mintázatát is. A mecseki töbrökben a T3-as és T4-es fajok (például *Dryopteris carthusiana*
és *Stachys alpina*) – melyek egy része egy korábbi hűvösebb klímaperiódusból maradt a terü-
leten (SIMON 2000) – elsősorban a töbrök alján és a mélyebben fekvő lejtőkön fordulnak elő
(BÁTORI *et al.* 2012), míg a Bükk erdős töbreiben a hűvös és párás klímát indikáló fajok a
magasabban és az alacsonyabban fekvő lejtőkön egyaránt megtaláljuk, kitettségtől függetlenül.

Összességében elmondhatjuk, hogy a Bükk magasán fekvő erdős és gyepes töbreiben
számos hűvös és párás klímát indikáló növényfaj fordul elő, melyek kiemelt természeti érté-
ket képviselnek. A gyepes töbrökben ezek a növényfajok legnagyobb számban az északias
kitettséggű oldalakon, a délies kitettséggű oldalak mélyebben fekvő részein, valamint a töbör-
aljakon fordulnak elő. Az erdős töbrökben azonban ilyen elkülönülést nem lehet megfigyelni, a
hűvös klímára utaló növényfajok a töbrök körüli erdőkben, a töbörperemeken, a lejtőkön és
a töbrök alján egyaránt előfordulnak. A magyarországi töbrök fajmegőrzésében nyújtott
szerepének pontosabb megértéséhez az alacsonyabban fekvő erdős és gyepes töbrök – vagyis
az Aggteleki-karszt és Mecsek töbreinek – részletes összehasonlító vizsgálata is szükséges a
jövőben.

Köszönetnyilvánítás

Bátori Zoltán publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosít-
tó számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást
biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt kere-
tében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinan-
szírozásával valósul meg.

Irodalomjegyzék

- ÁDÁM L., MAROSI S. & SZILÁRD J. (szerk.) (1981): *A Dunántúli-dombság (Dél-Dunántúl). Magyarország tájféldrajza 4.* –
Akadémiai Kiadó, Budapest, 704 pp.
- ALLEN C. B. & BURTON P. J. (1993): Distinction of soil thermal regimes under various experimental vegetation covers.
– *Canadian Journal of Soil Science* 73: 411–420.
- BACSÓ N. & ZÓLYOMI B. (1934): Mikroklima és növényzet a Bükkfennsíkon. – *Az Időjárás* 38 (9–10): 177–196.
- BÁRÁNY I. (1983): Some data about the composition of flora in karst dolines. – *Acta Geographica* 23: 179–187.
- BÁRÁNY-KEVEI I. (1985): A karsztdolinák talajainak és növényzetének sajátosságai. – *Földrajzi Értesítő* 34: 195–208.
- BÁRÁNY-KEVEI I. (1999): Microclimate of karstic dolines. – *Acta Climatologica Univ. Szegediensis* 32–33: 19–27.
- BÁTORI Z. (2012): *Flóra, vegetációszerkezet és ökológiai viszonyok a Mecsek hegység dolináiban.* – PhD disszertáció,
Pécs, 145 pp.
- BÁTORI Z., CSIKY J., FARKAS T., E. VOJTKÓ A., ERDŐS L., KOVÁCS D., WIRTH T., KÖRMÖCZI L. & VOJTKÓ A. (2014): The
conservation value of karst dolines for vascular plants in woodland habitats of Hungary: refugia and climate
change. – *International Journal of Speleology* 43: 15–26.
- BÁTORI Z., GALLÉ R., ERDŐS L. & KÖRMÖCZI L. (2011): Ecological conditions, flora and vegetation of a large doline in the
Mecsek Mountains (South Hungary). – *Acta Botanica Croatica* 70: 147–155.
- BÁTORI Z., KÖRMÖCZI L., ERDŐS L., ZALATNAI M. & CSIKY J. (2012): Importance of karst sinkholes in preserving relict,
mountain and wet woodland plant species under sub-Mediterranean climate: a case study from southern Hungary.
– *Journal of Cave and Karst Studies* 74: 127–144.
- BECK v. Mannagetta G. (1906): Die Umkehrung der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes. – *Sitzungsberichte
der Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien* 65: 3–4.
- BORHIDI A. (1993): *A magyar flóra szociális magatartási típusai, természetességi és relatív ökológiai értékszámai.* –
Janus Pannonius Tudományegyetem, Pécs, 93 pp.
- BOROS J. & BÁRÁNY I. (1975): Néhány adat egy bükkii töbör keleti és nyugati lejtőjének fölmelegedéséhez. – *Időjárás*
79: 297–300.
- CSIKY J., ATKÁRI B., DEME J. & CSIKYKÉ RADNAI É. (2014): Mohaflorisztikai érdekességek a Nyugat-Mecsekből. –
Kitaibelia 19: 29–38.

- DIEKMANN M. (2003): Species indicator values as an important tool in applied plant ecology – a review. – *Basic and Applied Ecology* 4: 493–506.
- ELLENBERG H. (1952): *Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie II. Wiesen und Weiden und ihre standortliche Bewertung.* – Ulmer, Stuttgart, 143 pp.
- ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – *Scripta Geobotanica* 18: 1–258.
- EREN Ö., GÖKÇEOĞLU M. & PAROLLY G. (2004): The flora and vegetation of Bakirli Dagi (Western Taurus Mts, Turkey), including annotations on critical taxa of the Taurus range. – *Willdenowia* 34: 463–503.
- FUTÓ J. (1962): Mikroklimatikus mérések a Nagymezőn. – *Földrajzi Értesítő* 11: 487–498.
- FUTÓ J. (1965): A Bükk-fennsík erdőszűlt és füves dolináinak mikroklímája. – *Az Egri Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei* 3: 313–324.
- GEIGER R. (1950): *Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie.* – Die Wissenschaft, 4. Auflage, Braunschweig, 460 pp.
- HORVAT I. (1953): Vegetacija ponikava (Die Vegetation der Karstdolinen). – *Geografski Glasnik* 14–15: 1–25.
- HORVÁTH F., DOBOLYI Z. K., MORSCHHAUSER T., LÓKÖS L., KARAS L. & SZERDAHELYI T. (1995): *Flóra adatbázis 1.2. Taxonlista és attribútum állomány.* – Vácrátót, 267 pp.
- JAKUCS L. (1971): *A karsztok morfofenetikája. A karsztfeljélődés variációi.* – Akadémiai Kiadó, Budapest, 310 pp.
- JAKUCS P. (1951): Új adatok a Tornai Karszt flórájához, tekintettel a xerotherm-elemekre. – *Annales Biologicae Universitatum Hungariae* 1: 246–260.
- JAKUCS P. (1962): A domborzat és a növényzet kapcsolatáról. – *Földrajzi Értesítő* 11: 203–217.
- KIRÁLY G. (szerk.) (2009): *Új Magyar Fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok.* – Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalfő, 616 pp.
- KÜRSCHNER H., PAROLLY G. & RAAB-STRAUPE E. (1998): Phytosociological studies on high mountain plant communities of the Taurus Mountains (Turkey). 3. Snow-patch and meltwater communities. – *Feddes Repertorium* 109: 581–616.
- LEHMANN A. (1970): Tarvágás által okozott ökológiai változások az abaligeti karszton. – *Pécsi Műszaki Szemle* 25: 15–21.
- LENGYEL A., PURGER D. & CSIKY J. (2012): Classification of mesic grasslands and their transitions of South Transdanubia (Hungary). – *Acta Botanica Croatica* 71: 31–50.
- MAROSI S. & SOMOGYI S. (szerk.) (1990): *Magyarország kistájainak katasztere I-II.* – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 479 pp.
- OLIVER S. A., OLIVER H. R., WALLACE J. S. & ROBERTS A. M. (1987): Soil heat flux and temperature variation with vegetation, soil type and climate. – *Agricultural and Forest Meteorology* 39: 257–269.
- POLLI S. (1961): Il clima delle doline del Carso triestino. – *Atti del XVIII Congresso Geografico Italiano*: 1–9.
- POLLI S. (1984): Guida naturalistica alla Conca di Percedol, Il clima (Carso triestino). – *Villaggio del Fanciullo*: 9–22.
- SIMON T. (2000): *A magyarországi edényes flóra határozója.* – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 976 pp.
- ter BRAAK C. F. J. & GREMMEN N. J. M. (1987): Ecological amplitudes of plant species and the internal consistency of Ellenberg's indicator values for moisture. – *Vegetatio* 69: 79–87.
- ter BRAAK C. F. J. & WIERTZ J. (1994): On the statistical analysis of vegetation change: a wetland affected by water extraction and soil acidification. – *Journal of Vegetation Science* 5: 361–372.
- TÖLGYESI CS, BÁTORI Z. & ERDŐS L. (2014): Using statistical tests on relative ecological values to compare vegetation units - different approaches and weighting methods. – *Ecological Indicators* 36: 441–446.
- TÖLGYESI CS. & KÖRMÖCZI L. (2012): Structural changes of a Pannonian grassland plant community in relation to the decrease of water availability. – *Acta Botanica Hungarica* 54: 413–431
- VERESS M. (2004): *A karszt.* – BDF Természetföldrajzi tanszék, Szombathely, 215 pp.
- VOJTKÓ A. (1997): Új adatok a Tornai-karszt flórájához és vegetációjához. – *Kitaibelia* 2: 248–249.
- VOJTKÓ A. (1998): A Bükk-fennsík vegetációja I. A növénytársulások általános jellemzése. – *Botanikai Közlemények* 85: 29–41.
- VOJTKÓ A. (szerk.) (2001): *A Bükk hegység flórája.* – Sorbus, Eger, 340 pp.
- WAGNER R. (1963): Der Tagesgang der Lufttemperatur einer Doline im Bükk-Gebirge. – *Acta Climatologica Universitatis Szegediensis* 2-3: 49–79.
- WHITEMAN C. D., POSPICHAL B., EISENBACH S., STEINACKER R., DORNINGER M., MURSCH-RADLGRUBER E. & CLEMENTS C. B. (2003): *Temperature inversion breakup in the Gstettneralm sinkhole.* – Presented at the International Conference on Alpine Meteorology and MAP, May 18–23, 2003, Brig, Switzerland.
- ZÓLYOMI B. (1936): Sociologische und ökologische Verhältnisse der Borstgraswiesen im Bükkgebirge (A bükk-hegységi szőrfüves rétek szociológiai és ökológiai viszonyai). – *Acta Geobotanica Hungarica* 1: 180–208.

Hivatkozott világháló oldal

- [1] HAMMER Ř., HARPER D. A. T. & RYAN P. D. (2001): *PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis.* – Palaeontol Electron, http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (Hozzáférés: 2014. 10. 20.)

Beérkezett / received: 2014. 09. 18. • Elfogadva / accepted: 2014. 10. 20.