

Ritka és védett zuzmófajok a Balaton-felvidék keleti részén

SINIGLA Mónika¹, LÖKÖS László², VARGA Nóra³

¹Magyar Természettudományi Múzeum Bakonyi Természettudományi Múzeuma,
8420 Zirc, Rákóczi tér 3–5. E-mail: sinigla.monika@nhmus.hu

²Magyar Természettudományi Múzeum, Növénytár, 1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 40.
E-mail: lokos.laszlo@nhmus.hu

³Magyar Tudományos Akadémia, Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet,
2163 Vácrátót, Alkotmány u. 2–4.

Összefoglalás – A zuzmók fontos szerepet játszanak bolygónk élővilágának formálásában és az ökológiai egyensúly fenntartásában. A ritka, védett zuzmófajok az élőhelyek természetességének indikátoraiként is használhatók. E fajok populációinak tartós fennmaradása sok esetben a természetvédelmi kezelés hatékonyságán múlik. A Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság felismerve a zuzmók elterjedésének és ezáltal védelmének fontosságát, szorgalmazta néhány Natura 2000 terület idős állományaiban a zuzmófajok kutatását. A felmérés eredményeként 225 zuzmófajt regisztráltunk a Balaton-felvidék kijelölt mintaterületeiről, melyek közül öt védett (*Cetraria aculeata*, *Cladonia magyarica*, *Solorina saccata*, *Xanthoparmelia pokornyii*, *X. pulvinaris*) és 48 vörös listás faj.

Kulcsszavak – Natura 2000, természetvédelem, védett zuzmófajok

BEVEZETÉS

Hazánkban kevés természetvédelmi indíttatású zuzmófelmérés zajlik, holott nemzetközileg is egyre nagyobb igény mutatkozik vizsgálatukra egy-egy terület természetességének kimutatása céljából. A zuzmók biodiverzitást indikáló szerepe miatt igen fontos lenne jövőbeli kutatásuk. A Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság, felismerve a zuzmók elterjedésének és ezáltal védelmének fontosságát, szorgalmazta néhány Natura 2000 terület idős állományaiban a zuzmófajok kutatását.

A Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság 2015 márciusában felkérte a Magyar Természettudományi Múzeum Bakonyi Természettudományi Múzeumát négy Natura 2000-es terület (Pécselyi-medence HUBF20014, Öreg-hegyi Riviéra HUBF20016, Megye-hegy HUBF20018, Balatonfüredi-erdő HUBF20034) vizsgálatára, védett bogár- és zuzmófajok kimutatása céljából.

A vizsgálat célja a négy Balaton-felvidéki Natura 2000-es területen megadott 36 mintavételezési pont környékén a védett (bogár- és) zuzmófajok felmérése.

A kijelölt mintavételezési pontok csaknem kizárólag 100 éves, vagy annál idősebb tölgyesekben találhatóak, melyek lichenológiai szempontból is számos újdonságot tartogattak.

A ZUZMÓK TERMÉSZETVÉDELMI HELYZETE

A hazánkban fellelhető védett zuzmófajok többsége nemzetközileg is veszélyeztetett státuszú. A vörös lista, a védelem jogszabályi háttérének előszobája, mintegy figyelemfelkeltő szándékkal tájékoztatást ad a taxonok veszélyeztetettségének mértékéről lokális, regionális vagy globális léptékben (BARTHA 2012). A vörös listás zuzmók veszélyeztetettségi mértékének kategorizálása érdekében paramétereket és kritériumokat állítottak fel nemzetközi szinten (SCHEIDEGGER & GOWARD 2002). A nemzetközi IUCN vörös listára az elmúlt években több zuzmófaj is felkerült, felhívva a figyelmet ezen élőlénycsoport globális érzékenységre. Ennek megfelelően nyolc faj szerepel az IUCN globális vörös listáján (<http://www.iucnredlist.org/>).

Hazánk első és egyetlen zuzmókra vonatkozó vörös listája 1997-ben készült (LŐKÖS & TÓTH 1997). A lista alapján Magyarországon 418 vörös listás zuzmófaj él. Azóta számos taxon veszélyeztetettségi státusza a bővebb elterjedési információk birtokában megváltozott, napjainkra aktuálissá vált a lista kiegészítése és módosítása. Az aktuális jogszabályi védelmet a 83/2013. (IX.25.) VM rendelet biztosítja (MK 2013), jelenleg 17 zuzmófaj részesül védelemben. A Balaton-felvidék területén eddig 10 védett faj előfordulásáról van tudomásunk.

A hazai természetvédelem kevés figyelmet szentel a zuzmók elterjedésének feltérképezésére, melynek több oka van:

- A zuzmók faji szintű ismerete nagy szakértelmet igényel, csaknem évtizedes gyakorlat útján sajátítható el (FARKAS 2007), továbbá sok esetben a határozáshoz laboratóriumi (anatómiai, kémiai) vizsgálatokat is szükséges végezni.
- Napjainkban a molekuláris és kémiai vizsgálatok gyors fejlődése nevezéktani változtatásokat is maga után von, mely tovább nehezíti a zuzmók természetvédelmi szempontú figyelembevételét.
- A fajok aktuális elterjedésének, populációméretének és az emberi hatások zuzmópopulációkra gyakorolt ismeretének hiányában nehéz hatékony természetvédelmi intézkedéseket foganatosítani (HALLINGBÄCK 2007).

Jelenleg a fajsám és a ritka fajok felmérése áll a természetvédelmi kutatások fókuszában. A Balaton-felvidéken eddig két alkalommal végeztek zuzmó-biodiverzitás felmérést: Szentbékállai és Hegymagas–Szigliget települések környékén (FARKAS *et al.* 2016).

Észak-Európában (Norvégia, Finnország, Svédország) a kriptogámok ökológiai kutatása az elmúlt évtizedben kezdett jelentősebbé válni (PRIMACK 2007).

Az egyes fajok megőrzéséhez fontos támpontot nyújt a populációik életképességének vizsgálata, magában foglalva a minimális életképes populáció értékelését. Svédországban számos közvetett módszert alkalmaznak a populációk növekedésének, illetve hanyatlásának becslésére (HALLINGBÄCK 2007). A zuzmó-biodiverzitás térképezéséhez már az 1990-es években olyan irányelvek születtek, melyek a környezeti stresszt indikáló szerepük alapján vizsgálták a taxonok elterjedési területeit. A kéreglakó zuzmók esetében a légköri szennyezésre, az eutrofizációra és a klímaváltozásra adott reakciókat kísérik figyelemmel bizonyos irányelvek segítségével Németországban (German VDI Lichen Mapping Guideline) és Olaszországban (Italian Guideline) (ASTA *et al.* 2002, NIMIS & PURVIS 2002).

A szennyezésre adott reakciójuk kiértékelésén túl a konzervációs jellegű térképezések közé tartoznak az ökológiai folytonosság és az erdőfolytonosság indikátorfajait vizsgáló felmérések. Mint korai figyelmeztető szervezetek, eltűnésükkel és megjelenésükkel jelzik a magasabb rendű élőlények számára is fontos környezeti változásokat. Nemzetközileg fontossá vált bizonyos indikátorfajok kijelölése, melyek könnyebben megfigyelhetők, jelenlétükkel pedig egyértelműen alátámasztható egy-egy terület természetessége (NOSS 1990, LINDENMAYER *et al.* 2000). Külföldön régóta használnak ritka előfordulású zuzmófajokat az erdők egészségi állapotának, stabilitásának és diverzitásának indikátoraiként. Általánosan elfogadott, hogy az érett és idős erdők értékessége különösen fontos a



1. ábra. *Chaenotheca ferruginea* telepek idős csertölgy kéregpedésében
Fig. 1. *Chaenotheca ferruginea* thalli on bark of old turkey oak tree

ritka és veszélyeztetett zuzmófajok hosszú távú túlélése és védelme szempontjából is (HUMPHREY 2005, SCHEIDEGGER & WERTH 2009).

Bizonyos mazédiomos termőtestű zuzmófajok kizárólag idős, repedezett kergű, többnyire magányosan álló faegyedeken fordulnak elő. Az epifiton zuzmók fajgazdagsága emelkedést mutathat a fa életkorának és méretének növekedésével párhuzamosan, amely egy észak-olaszországi vizsgálatban, az olasz Alpok egy természetközeli lucosában egyértelműen igazolható volt (NASCIMBENE *et al.* 2009). A *Calicium* és a *Chaenotheca* nemzetség fajai e szűk ökológiai adaptációjuk folytán indikálják az őshonos, idős faegyedeket, illetve erdőállományokat (1. ábra). Ezek a fajok hazánkban nem állnak jogszabályi védelem alatt, de jelenlétük megállapítása a természetesség mértékének megítélése szempontjából fontos lehet. Emiatt a terepbejárások során különös hangsúly tevődött a 100 év feletti faegyedek kergének megfigyelésére.

A mediterrán, szubmediterrán idős erdők fontos szerepet töltenek be a biodiverzitás megőrzésében, amelyekben több, hosszú távú monitoring program keretében kutatják a zuzmókat is (MOTTA 2002). A mediterrán országokban több ponton foglalkoznak azzal, hogy a fajgazdagság és a ritka fajok elterjedése függ-e az erdőállomány típusától, illetve, hogy lehetséges-e egy indikátor fajokból álló lista összeállítása az erdei ökoszisztémák hosszú távú monitorozásához (BRUNIALTI *et al.* 2013).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A négy Natura 2000-es területen levő 36 vizsgálati pontot (2. ábra) a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóság munkatársai jelölték ki. A zuzmófajok vizsgálata nem kötődött egy-egy aspektushoz, viszont minden egyes mintavételi pont környékének bejárása, a szubsztrátumok részletes átnézése és a gyűjtés bonyolult, időigényes kivitelezése miatt többször megismételt terepmunkát igényelt. A védett és ritka zuzmófajok felmérése minden egyes mintavételi pont környékén, élőhelytípustól és domborzattól függően eltérő nagyságú területen történt. Elsősorban a zuzmók számára potenciálisan kedvező élőhelyek, mikrohabitatok részletes átnézésére helyeződött a hangsúly.

A felmérés a védett és veszélyeztetett zuzmófajok jelenlét-hiányának megállapítására vonatkozott, az általános nemzetközi protokollok (SCHEIDEGGER *et al.* 2002) a hosszabb távú monitorozásra nyújtanak információt, melyet ebben az esetben az idő rövidsége és a projekt célja miatt nem alkalmaztunk. A terepi kiszállások során feljegyeztük a védett zuzmófajok populációméretére, vitalitására és a veszélyeztető tényezőkre utaló paramétereket is.

A védett zuzmófajok vizsgálata a 83/2013 (IX.25.) VM rendelet (MK 2013), míg a veszélyeztetett zuzmófajok felmérése a hazai zuzmók vörös listája (Lő-



2. ábra. A vizsgált terület térképe a mintavételi pontokkal

Fig. 2. Map of the study area

kös & TÓTH 1997) alapján történt. A zuzmópéldányok vizsgálatát mikroszkóp, kémiai vegyszerek és bizonyos fajok esetében nagyfelbontású vékonyréteg-kromatográfia (HPTLC) használatával végeztük. A zuzmófajok meghatározásához SMITH *et al.* (2009), VERSEGHY (1994) és WIRTH *et al.* (2013) határozókönyveit használtuk, a beazonosított fajok névhasználatánál az említett határozókönyvek mellett az Index Fungorum (CABI 2016) és a MycoBank (ROBERT *et al.* 2016) nevezéktanát követtük.

A KUTATÁS EREDMÉNYEI

Az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (BÖLÖNI *et al.* 2011) alapján 12 élőhelytípust különítettünk el a 36 mintaterületen (1. és 2. táblázat). A területek döntő többsége cseres-kocsánytalan tölgyes élőhelytípusba sorolható. A mész- és melegkedvelő tölgyesek és mészkedvelő sziklagyepek a hegytetőkön, valamint a déli lejtőkön olykor nagy területeket foglalnak el. A szikladomborzatú erdők (bükkös sziklaerdők, törmeléklejtő-erdők, tölgyes jellegű sziklaerdők) kis, foltszerű kiterjedésük ellenére jelentősebb zuzmófajkészlettel rendelkeznek, mint a homogén, zárt cseres-tölgyesek. A Balaton-felvidéken a gyertyános-ko-

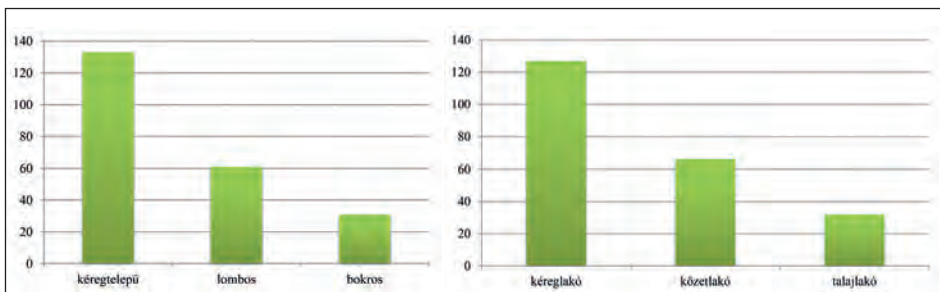
csánytalan tölgyesek extrazonális helyzetben találhatóak, zuzmófajaik száma a zárt és sötét lombkoronaszint miatt kevésbé számottevő.

A mintaterületek kilenc jellemző, domináns élőhelytípusba sorolhatók a kijelölt mintavételi pontokban (3. ábra). A korábban felhagyott fáslegelőknél néhány foltszerű kiterjedése tapasztalható, ezek egy-egy karakter fafaj alapján konkrét, természetes élőhelytípusba is besorolhatók: Örvényesi-legelő (molyhos tölgyes bokorerdő), veszprémfajsi fáslegelő (mész- és melegkedvelő tölgyes), Bádi-hegy (cseres-kocsánytalan tölgyes), vöröstói fáslegelő (cseres-kocsánytalan tölgyes).

A terepnapok során 1359 lelőhelyadat és 554 pont felvétele történt. A 36 mintavételezési pontban 225 fajból 5 védett faj 36 előfordulási adatát, és 48 vörös listán szereplő zuzmófaj 417 előfordulási adatát sikerült regisztrálni (2. táblázat). Összesen 50 védett és vörös listás zuzmófaj került elő 435 előfordulási adatsorral gyarapítva a hazai lelőhelyek számát.

1. táblázat. A vizsgált területeken előforduló 12 élőhelytípus az ÁNÉR 2011 (BÖLÖNI *et al.* 2011) alapján **Table 1.** The 12 habitat types occurring within the study sites (categorization based on BÖLÖNI *et al.* 2011)

G2	mészkedvelő nyílt sziklagyepek <i>Calcareous open rocky grasslands</i>
H2	felnyíló, mészkedvelő lejtő- és törmelékgyepek <i>Calcareous rocky steppes</i>
K2	gyertyános-kocsánytalan tölgyesek <i>Sessile oak-hornbeam woodlands</i>
K5	bükkösök <i>Beech forests</i>
L1	mész- és melegkedvelő tölgyesek <i>Closed thermophilous downy oak woodlands</i>
L2a	cseres-kocsánytalan tölgyesek <i>Turkey oak-sessile oak woodlands</i>
LY2	törmelékletítő-erdők <i>Mixed forests of slopes</i>
LY3	bükkös sziklaerdők <i>Limestone beech forests</i>
LY4	tölgyes jellegű sziklaerdők, tetőerdők <i>Mixed relic oak forests on rocks</i>
M1	molyhos tölgyes bokorerdő <i>Downy oak scrub woodlands</i>
P45	fáslegelők, legelőerdők <i>Wood pastures and sweet chestnut forests</i>
RC	őshonos fafajú keményfás jellegtelen erdők <i>Uncharacteristic hardwood forests and plantations</i>



3. ábra. A 225 zuzmófaj telepnövekedés (balra) és szubsztrátum (jobbra) szerinti megoszlása
Fig. 3. Distribution of the 225 lichen species according to growth forms (left) and substrates (right)

2. táblázat. A 36 felmért terület főbb adatai
Table 2. Main attributes of the 36 study sites

Sorszám No.	Mintaterület Site name	Település Settlement	Domináns élőhelytípus Dominant habitat type	Fajszám No. of species	Vörös listás fajok száma No. of red-lis- ted species
1–2	Megye-hegy	Balatonalmádi	G2	79	20
3	Malom-völgy	Felsőörs	L2a	39	10
4	Kopasz-tető	Felsőörs	LY2	43	13
5	Király-kúti-völgy	Lovas	LY4	27	8
6	Paloznaki-erdő	Paloznak	L1	32	7
7	Paloznaki-hegy	Paloznak	L1	27	6
8	Csákány-hegy	Csopak	L1	14	4
9	Káptalani-erdő	Csopak	L2a	35	9
10	veszprémfajsi fáslegelő	Veszprémfajsz	L1	49	16
11	Kelén-hegy	Veszprémfajsz	L2a	23	7
12	Koloska-felső	Balatonfüred	L2a	22	6
13	Koloska-tető	Balatonfüred	LY4	36	10
14	Felső-erdő (alsó)	Balatonfüred	L1	32	8
15	Felső-erdő (felső)	Balatonfüred	L2a	13	6
16	Hidegkúti-séd	Balatonszőlős	K2	28	8
17	Evetes-völgy	Balatonszőlős	K2	30	7
18	Hegyes-mál	Balatonszőlős	L1	24	4
19	Hajagos-völgy	Balatonszőlős	K2	26	6
20	Tamás-hegy	Balatonfüred	M1	43	9
21	Péter-hegy	Balatonfüred	K2	9	2
22	Zádor-vár	Pécsely	LY3	51	16
23	Gyertyános	Pécsely	L2a	14	4
24	pécselyi Felső-erdő	Pécsely	K2	19	6
25	vászolyi Felső-erdő	Vászoly	L1	19	4
26	vöröstói fáslegelő	Vöröstó	L2a	17	5
27	Ragonya	Mencshely	L2a	14	2
28	Halomi-erdő	Mencshely	K5	44	8
29	Bádi-hegy	Óbudavár	L2a	21	8
30	Nagy-vár-tető	Vászoly	LY4	60	13
31	Horog-völgy	Dörgicse	L2a	27	6
32	Szurdok-völgy (felső)	Pécsely	L2a	24	6
33	Szurdok-völgy (alsó)	Örvényes	L1	18	6
34	Örvényesi-legelő	Örvényes	M1	62	10
35	Balázs-tető	Dörgicse	L2a	11	3
36	füredi Malom-völgy	Balatonfüred	K2	17	6



4. ábra. Szürke pillászuzmó (*Anaptychia ciliaris*) vörös listás (sebezhető) zuzmófaj
 Fig. 4. *Anaptychia ciliaris*, a red-listed (vulnerable) lichen species



5. ábra. Urnazuzmó (*Gyalecta jenensis*) vörös listás (sebezhető) zuzmófaj
 Fig. 5. *Gyalecta jenensis*, a red-listed (vulnerable) lichen species

A védett fajok (*Cetraria aculeata*, *Cladonia magyarica*, *Solorina saccata*, *Xanthoparmelia pokornyi*, *X. pulvinaris*) jelenlegi előfordulási pontjai korábban nem voltak ismertek a Balaton-felvidékről. Továbbá számos ritka, vörös listás faj előfordulásáról nyertünk tudomást (pl. *Anaptychia ciliaris*, *Cetrelia olivetorum*, *Chaenotheca chrysocephala*, *C. ferruginea*, *C. furfuracea*, *C. phaeocephala*, *C. stemonea*, *C. trichialis*, *Gyalecta jenensis*) (4. és 5. ábra).

Védett zuzmófajok ismertetése

Cetraria aculeata (tüskés vértecs) (6. ábra)

Vörös lista kategória: kihalással veszélyeztetett
 Balatonalmádi: Megye-hegy

A faj eddig ismeretlen lelőhelye található a Megye-hegyen. Legközelebbi előfordulása a litéri Mogyorós-hegyről és a királyszentistváni Ugri-hegyről ismert (FARKAS *et al.* 2014, SINIGLA *et al.* 2014). Viszonylag nagy egyedszámban fordul elő a Megye-hegy nyílt dolomitsziklagyepjeiben és felnyíló árvalányhajas lejtőgyep-

jeiben. A telepek fejlettek, vitálisak, helyenként összefüggő foltokat alkotnak. Szaporodásuk csak vegetatív úton biztosított, mivel termőtestet nem képeznek hazánk területén.

Hazánkban a Pesti-síkon, a Velencei-hegységben, a Bakonyban, a Vasi-Hegyháton és a Mecsekben található állományai. Hazai populációi a faj európai elterjedésének keleti peremén helyezkednek el. Magyarországon kihalással veszélyeztetett (FARKAS & LŐKÖS 2007).

***Cladonia magyarica* (magyar tölcsérzuzmó) (7. ábra)**

Balatonalmádi: Megye-hegy, Balatonfüred: Felső-erdő (alsó), Balatonszőlős: Hajas-völgy, Felsőörs: Kopasz-tető, Örvényes: fáslegelő

A faj biztos határozását – a fajra jellemző zuzmóanyag-tartalomnak köszönhetően – csak kémiai úton, vékonyréteg-kromatográfiás vizsgálattal lehet egyértelműen eldönteni. Ezzel a módszerrel két lelőhelyadat azonosítása történt meg mostanáig, ami alapján a Megye-hegyen és az örvényesi fáslegelőn kis populációjú magyar tölcsérzuzmó állomány regisztrálható. A többi példány ún. cseppreakció (kálium-hidroxidra sárga-narancssárga reakciót adott a bélréteg) alapján valószínűsíthető magyar tölcsérzuzmónak (*Cladonia magyarica*). Lelelőhelyein kevésbé zárt lejtőgyepekben, mészkő- és dolomitsziklagyepekben élnek, olykor több tenyérnyi nagyságú telepeket alkotnak.

A vizsgálati területek közül a herbárium példányokat átnézve, egyedül a balatonfüredi Tamás-hegyről, Verseghy Klára korábbi gyűjtéséből ismert a faj. A jelenlegi terepbejárás során a Tamás-hegyről begyűjtött *Cladonia* példányok a HPTLC-vizsgálat alapján *Cladonia pyxidata/pocillum*-nak bizonyultak.



6. ábra. Tüskés vértvecs (*Cetraria aculeata*)

Fig. 6. *Cetraria aculeata*



7. ábra. Magyar tölcsérzuzmó (*Cladonia magyarica*)

Fig. 7. *Cladonia magyarica*

Kizárólag a Kárpát-medencében előforduló, hazánkból leírt faj. Pannon endemizmusként az Alföldön található a legnagyobb egyedszámban, a Dunántúlon középhegységi, dombvidéki viszonylatban sziklagyepek, felnyíló lejtőgyepek tölcserzuzmója (FARKAS & LŐKÖS 2007).

***Solorina saccata* (pettyezetett tárcsalapony) (8. ábra)**

Vörös lista kategória: veszélyeztetett

Balatonfüred: Koloska-tető, Felsőörs: Kopasz-tető, Lovas: Király-kúti-völgy, Pécsely: Zádor-vár

Mindegyik előfordulása árnyas, északi kitettségű dolomitsziklafalról származik. A vizsgálati területek közül egyedül a Király-kúti-völgyből ismert egy korábbi herbáriumi adata, ennek felkeresését követően megerősítettük jelenlegi előfordulását is. A vászolyi Nagy-vár-tetőről – valószínűsítés ellenére – nem került elő a faj, pedig eddig ismert lelőhelyeihez nagyon hasonló termőhelyi, környezeti adottságokkal rendelkezik a terület.

Meszes alapközetű, árnyas, nyirkos sziklafalakon szórványosan fordul elő a Dunántúli-középhegységben és a Bükkben (VERSEGHY 1994).



8. ábra. Pettyezetett tárcsalapony (*Solorina saccata*) telepe száraz (balra) és nedves (jobbra) állapotban

Fig. 8. Dry (left) and moist (right) thalli of *Solorina saccata*

***Xanthoparmelia pokornyii* (Pokorny-bodrány) (9. ábra)**

Balatonalmádi: Megye-hegy

A vizsgált területek közül egyetlen helyen, a Megye-hegyen tapasztaltuk előfordulását. Legközelebbi előfordulási pontja a litéri Mogyorós-hegyről ismert, a *Xanthoparmelia pulvinaris*-szal és a *Cetraria aculeata*-val együtt fordul elő.

Kontinentális elterjedésű fajként a Duna–Tisza között, a Mezőföldön és a középhegységek lejtőin fordul elő homoki gyepekben, sziklagyepekben, nyílt, kopár, emberi bolygatást mellőző területeken (VERSEGHY 1994).

Xanthoparmelia pulvinaris (magyar bodrány) (10. ábra)

Vörös lista kategória: kihalással veszélyeztetett

Balatonalmádi: Megye-hegy

A balatonalmádi Megye-hegy bolygatlan dolomitgyepjeiben, bokorerdő szegélyében található több, diszperz populációja. Itt jóval ritkább, mint a *Cetraria aculeata*.

Magyarországról leírt faj és elterjedésének súlypontja is nálunk található. Hazai élőhelyein közepesen gyakorinak mondható. Előfordulása a Duna–Tisza között, a Gödöllői-domb-ság, a Velencei-hegység, a Bakony, a Balaton-felvidék és a Bükk területéről ismert (MOLNÁR *et al.* 2012).



9. ábra. Pokorny-bodrány
(*Xanthoparmelia pokornyi*)

Fig. 9. *Xanthoparmelia pokornyi*



10. ábra. Magyar bodrány
(*Xanthoparmelia pulvinaris*)

Fig. 10. *Xanthoparmelia pulvinaris*

ÖSSZEGZÉS

A külföldi intézkedések rávilágítanak arra, hogy bőven akad tennivalónk a hazai zuzmóvédelem nemzetközi szintre emelése érdekében. Ezek egyúttal hasznos példaként szolgálnak a hazai lichenológusok, illetve a természetvédelemben dolgozó szakemberek számára. Célunk, hogy a zuzmók egyaránt részét képezzék a természetvédelmi értékleltárnak és állapotfelméréseknek hazai viszonylatban is. Lokálisan, a Balaton-felvidék idős hagyásfás cseres-kocsánytalan tölgyeseinek és mészkedvelő tölgyeseinek megőrzése kiemelt fontosságú a védett és veszélyeztetett zuzmófajok fennmaradása érdekében.

Köszönetnyilvánítás – Szeretnénk köszönetet mondani a Balaton-felvidéki Nemzeti Park Igazgatóságnak a kutatási projekt anyagi támogatásáért, valamint a természetvédelmi öröknek (Vers József, Simon Lajos) az előzetes terepbejárás során nyújtott személyes segítségért. Köszönettel tartozunk dr. Farkas Editnek (MTA ÖK ÖBI, Vácrátót) a határozás kémiai úton történő megerősítéséért, továbbá, hogy a HPTLC anyagi forrását lehetővé tette számunkra.

* * *

Exploration of rare and protected lichen species in the eastern part of the Balaton Uplands

Mónika SINIGLA¹, László LÖKÖS², Nóra VARGA³

¹*Bakony Natural History Museum in Hungarian Natural History Museum, Rákóczi tér 3–5, H–8420 Zirc, Hungary. E-mail: sinigla.monika@nhmus.hu*

²*Department of Botany, Hungarian Natural History Museum, Könyves Kálmán krt. 40, H–1431 Budapest, Hungary. E-mail: lokos.laszlo@nhmus.hu*

³*Institute of Ecology and Botany, Centre for Ecological Research, Hungarian Academy of Sciences, Alkotmány u. 2–4, H–2163 Vácrátót, Hungary*

Abstract – Lichens play an important role in the shaping of the physical and biological environment of our planet in maintaining its equilibrium. Beyond general habitat protection, we should use the endangered and rare species as indicators of the naturalness of each habitat. The preservation of threatened species and lichen biodiversity in general depends on good management practices. A lichen floristic survey was carried out by the Bakony Museum of the Hungarian Natural History Museum to explore protected lichen species in the eastern part of the Balaton Uplands. Altogether, 223 lichen species were recorded, with 5 protected species among them (*Cetraria aculeata*, *Cladonia magyarica*, *Solorina saccata*, *Xanthoparmelia pokornyii*, *X. pulvinaris*) as well as several interesting, red-listed lichen species.

Key words – lichen conservation, Natura 2000, protected lichen species

INTRODUCTION

Very few nature conservation-oriented investigations are carried out in Hungary in the field of lichen survey, even though there is a growing necessity at the international level to use lichens as indicators of naturalness. The indicator function of the diversity of lichens makes them all the more important to investigate in future. The Balaton Uplands National Park Directorate, recognizing the significance of knowing more about lichens, that is, the significance to map and protect them, initiated their survey within old forest stands in certain Natura 2000 sites.

The Balaton Uplands National Park Directorate invited the Bakony Museum of the Hungarian Natural History Museum in March 2015, to survey four Natu-

ra 2000 sites (Pécselyi-medence HUBF20014, Öreg-hegyi Riviéra HUBF20016, Megye-hegy HUBF20018, Balatonfüredi-erdő HUBF20034) in order to gather knowledge about their protected beetle and lichen species.

The objective of the investigation was to survey 36 sampling points within the four selected Natura 2000 sites for protected (beetle and) lichen species. The selected sampling points are all located within 100-year-old or even older oak stands that proved to be hiding true novelties for lichenology.

CONSERVATION STATUS OF LICHENS

The majority of lichen species protected in Hungary are also red-listed in the neighbouring countries. The red list, being the entrance hall for conservation legislation gives some information about the degree of vulnerability of species at the local, regional or global scale, to raise awareness about these issues (BARTHA 2012). In order to categorize the conservation status of red-listed lichens, there is an internationally accepted system of criteria and parameters (SCHEIDEGGER & GOWARD 2002). During the past few years, several lichen species made it to the international red list of the IUCN, drawing attention to the sensitivity of this group of organisms. As of today, there are 8 lichen species on the global IUCN Red List (<http://www.iucnredlist.org/>).

The only Hungarian red list for lichens was compiled in 1997 (LÖKÖS & TÓTH 1997). According to this, 418 of the Hungarian lichen species are red-listed. Since then, however, the conservation status of the species has changed due to more detailed information on their distribution and it is time to revise and amend the list. Legal protection is served by the 83/2013. (IX.25.) VM decree, which lists 17 lichen species. So far, we know of the occurrence of 10 protected species within the Balaton Uplands region.

Hungarian nature conservation does not pay much attention to mapping lichens for several reasons:

- The identification of lichen species requires great expertise that can only be acquired through decade-long practice (FARKAS 2007). Furthermore, apart from the morphological characteristics, chemical analysis is necessary for the identification of certain species.
- Nowadays, the rapid development of molecular and chemical analytic techniques may have strong influence on the nomenclature of lichens. This makes it even more difficult to use them for the purposes of nature conservation.
- Without detailed information on species distribution, population sizes and the anthropogenic effects impacting them it is almost impossible to come up with efficient conservation strategies for lichens (HALLINGBÄCK 2007).

At the moment, the main objective of the conservation-minded research is to gather data on the number of species present and survey rare species of lichens. So far, two recent surveys were carried out on the lichen diversity in the Balaton Uplands region: in the vicinity of Szentbékállá (FARKAS *et al.* 2013) and near Hegymagas–Szigliget (FARKAS *et al.* 2016).

In Northern Europe (Norway, Finland, Sweden) the ecological research on cryptogams started to gain momentum during the recent decades (PRIMACK 2007). Population viability studies contribute important knowledge for the preservation of individual species, as they give estimates on the minimum viable population size. In Sweden, there are several indirect methods for the estimation of population increase and decrease rates (HALLINGBÄCK 2007). Already during the 1990s, directives were laid down to help the mapping of lichen diversity, partly using the distribution of the different taxa as an indicator of environmental stress. In Germany and Italy, lichens growing on bark are used as indicators of air pollution, eutrophication, climate change following the protocols of certain guidelines (German VDI Lichen Mapping Guideline, Italian Guideline in ASTA *et al.* 2002, NIMIS & PURVIS 2002).

Beyond evaluating the reactions to pollution, lichens can be used in nature conservation as indicators of the ecological continuity and forest cover continuity. As an early warning system, their disappearance and appearance indicate environmental changes significant at the level of higher organisms, too. At the international level, it has become more important to select indicator species that make observation and detection easier, such as their presence-absence data can be used as evidence for a certain level of naturalness (NOSS 1990; LINDENMAYER *et al.* 2000). In several countries, there is a long-standing practise to use rare lichens as the indicators of forest condition, stability and diversity. It is generally accepted that mature, old forests are of utmost importance in the long-term viability and conservation of rare and endangered lichen species (HUMPHREY 2005, SCHEIDEGGER & WERTH 2009).

Certain mazaediate lichens exclusively grow on the cracked bark of old, usually solitary trees. Lichen diversity might be increasing with the increasing age and size of the tree as it was pointed out in a spruce stand in the Alps in northern Italy (NASCIMBENE *et al.* 2009). Due to their narrow ecological tolerance, the species belonging to the genera *Calicium* and *Chaenotheca* indicate native, mature tree individuals and stands (Fig. 1). These species are not protected in Hungary, but their presence can still be a good indicator of naturalness. For this reason, we have put a special emphasis on the examination of the bark of deciduous tree individuals older than 100 years of age during the field surveys.

Mature Mediterranean and sub-Mediterranean woodlands are very important in the preservation of biodiversity and there are several long-term research

programmes including lichens (MOTTA 2002). Within Mediterranean countries, there are several studies investigating whether the diversity of species and the distribution of rare species are dependent on the type of the stand and whether it is possible to create a list of indicator species for the long-term monitoring of forest stands (BRUNIALTI *et al.* 2013).

MATERIAL AND METHODS

The 36 sampling points within the four Natura 2000 sites were selected by the staff of the Balaton Uplands National Park Directorate (Fig. 2). The investigation of lichen species was not connected to a certain aspect, but we did survey the surroundings of each sampling point and thoroughly examined the substrates, collecting samples, which proved to be a difficult and time-consuming task requiring several field days. Surveying protected and rare lichen species was carried out by a method adapted to the relief and habitat type around the sampling points, covering different areas. We directed most of the sampling effort at potential habitats and microhabitats.

We aimed at recording the presence or absence of protected and endangered lichen species. The general international protocols (SCHEIDEGGER *et al.* 2002) are appropriate for providing information during a long-term monitoring and were thus inapplicable within the framework of our project (both timewise and regarding the objectives). During the field trips, we recorded parameters concerning the population size, vitality and threat factors of protected and endangered lichens.

The study of protected lichen species was carried out according to the Decree 83/2013 (IX.25.) VM (MK 2013), while endangered lichens were surveyed according to the Hungarian red list of lichens (LÖKÖS & TÓTH 1997). Species identification was aided by microscopes, chemicals (in case of certain species HPTLC) and identification books, e.g. SMITH *et al.* (2009), VERSEGHY (1994) and WIRTH *et al.* (2013). Nomenclature followed Index Fungorum (CABI 2016) and the MycoBank database (ROBERT *et al.* 2016).

RESULTS

Using the categories of the General National Habitat Classification System (Á-NÉR, BÖLÖNI *et al.* 2011), we identified 12 habitat types within the 36 sample sites (Tables 1 and 2). The majority of the areas belonged to a turkey oak-sessile oak type. Calcareous and thermophilous oak stands and grasslands are usually found on the southern slopes and hilltops, sometimes covering extensive areas. Forest types covering rocky outcrops (beech or oak) are usually constrained and patchy, but their lichen species composition is much more diverse than that of

closed, more homogeneous oak stands. Hornbeam-oak stands occur extrazonally on the Balaton Uplands, and their lichen composition is rather poor on account of the closed canopy and the dark forest interior.

The study sites at the sampling points could be categorized into nine characteristic and dominant habitat types (Fig. 3). Wood pastures were abandoned some time ago, these occurred in a few isolated patches and could be categorized on the basis of a few characteristic species: the Örvényes pasture (downy oak scrub), the Veszprémfajszi wood pasture (calcareous and thermophilous oak woodland), the Bádi Hill (turkey oak-sessile oak stand), the Vöröstó wood pasture (turkey oak-sessile oak stand).

During the fieldwork, 554 data points were recorded along with 1359 records on the localities. At the 36 sampling points, we recorded a total of 225 species of which 5 are protected (36 occurrence records) and 48 red-listed species with 417 occurrence records (Table 2). Altogether, 50 protected and red-listed lichen species were recorded from 435 new localities within Hungary.

The localities of the protected species (*Cetraria aculeata*, *Cladonia magyarrica*, *Solorina saccata*, *Xanthoparmelia pokornyi*, *X. pulvinaris*) were hitherto unknown from the Balaton Uplands. Furthermore, several rare, red-listed species (e.g. *Anaptychia ciliaris*, *Cetrelia olivetorum*, *Chaenotheca chrysocephala*, *C. ferruginea*, *C. furfuracea*, *C. phaeocephala*, *C. stemonea*, *C. trichialis*, *Gyalecta jenensis*) were also found during our survey (Figs 4 and 5).

The protected lichen species

Cetraria aculeata (Fig. 6)

Red list category: critically endangered

Balatonalmádi: Megye-hegy

A hitherto unknown locality for the species was found on the hill Megye-hegy. Its closest known occurrences are on the Mogyorós Hill (Litér) and the Ugri Hill (Királyszentistván) (FARKAS *et al.* 2014, SINIGLA *et al.* 2014). The species is relatively common in the open dolomite rocky grasslands and on the slope steppes with *Stipa* on the hill Megye-hegy. The thalli are well developed, vital and occasionally form continuous patches. Their reproduction is exclusively vegetative, as they do not produce ascomata within Hungary.

The species is known from the Pest Plain, the Velence Mts, the Bakony Mts, the Vasi-Hegyhát and the Mecsek Mts. Its Hungarian populations represent the easternmost border of the species distribution area. It is critically endangered in Hungary (FARKAS & LÖKÖS 2007).

Cladonia magyarica (Fig. 7)

Balatonalmádi: Megye-hegy, Balatonfüred: Felső-erdő (alsó), Balatonszőlős: Hajas-völgy, Felsőörs: Kopasz-tető, Örvényes: wood pasture

Identification of the species can only be ascertained chemically (based on its lichen substances), e.g. by high performance thin layer chromatography, (HPTLC). Two localities of the species were confirmed so far, the hill Megye-hegy and the Örvényes wood pasture. The rest of the localities are unconfirmed, based on the orange coloured reaction with potassium hydroxide). The known populations are small, contiguous thalli can reach max. 0.5 m². Their preferred habitats are slope steppes and grasslands on dolomite and limestone that are relatively open.

As for our previous knowledge (herbarium specimens) concerning the species within the study area, the species was collected by Klára Versegly on the hill Tamás-hegy, Balatonfüred. During the present survey, the *Cladonia* specimens collected from the same locality proved to be *Cladonia pyxidata/pocillum* by HPTLC.

The species only occurs within the Carpathian Basin, and it was originally described from Hungary. As a Pannonian endemism, it is most numerous on the Great Hungarian Plain, and in the Transdanubian region it prefers the open rocky grasslands and slope steppes of the low mountain ranges (FARKAS & LÖKÖS 2007).

Solorina saccata (Fig. 8)

Red list category: endangered

Balatonfüred: Koloska-tető, Felsőörs: Kopasz-tető, Lovas: Király-kúti-völgy, Pécsely: Zádor-vár

Each locality is a shady dolomite rock wall of northern exposure. The only previously known locality from within the study site was from the Király-kúti-völgy (based on the herbarium). This locality was again supported by the present study. We did not find it on the Nagy-vár-tető (Vászoly), even though it was considered a potential locality with very similar environmental conditions and microhabitat attributes.

The species has scattered records from limestone rock substrate from shady and moist rock walls throughout the Transdanubian Mountain Range and the Bükk Mts (VERSEGHY 1994).

Xanthoparmelia pokorny (Fig. 9)

Balatonalmádi: Megye-hegy

It was only found at one of the study sites, the hill Megye-hegy. The closest known locality of the species is the hill Mogyorós-hegy (Litér), where it occurs with *Xanthoparmelia pulvinaris* and *Cetraria aculeata*.

As a species with a continental distribution, it occurs in sandy and rocky grasslands, open, barren, undisturbed surfaces throughout the Duna–Tisza Interfluve, the Mezőföld and the slopes of our low mountain ranges (VERSEGHY 1994).

Xanthoparmelia pulvinaris (Fig. 10)

Red list category: critically endangered

Balatonalmádi: Megye-hegy

There are several populations dispersed in the undisturbed dolomite grasslands and scrub edges of the hill Megye-hegy (Balatonalmádi). The species is rarer here than *Cetraria aculeata*.

This species was described from Hungary, where it is relatively common and this country is the main centre of its global distribution. It is known from the Duna–Tisza Intefluve, the Gödöllő Hill range, the Velence Mts, the Bakony Mts, the Balaton Uplands and the Bükk Mts (MOLNÁR *et al.* 2012).

SUMMARY

Measures already implemented in several foreign countries highlight the need for significant improvement in the field of Hungarian lichen conservation. The foreign examples are very useful for Hungarian lichenologists and conservation practitioners alike. The main goal is to include lichens in conservation inventories and status assessments. Locally, our results underline the importance of protecting old oak trees across the calcareous and turkey oak-sessile oak stands on the Balaton Uplands in order to preserve protected and endangered lichen species.

*

Acknowledgements – We are grateful for the Balaton Uplands National Park Directorate for financially supporting the project and for the rangers (József Vers, Lajos Simon) for their help in the field. Dr. Edit Farkas (MTA ÖK ÖBI, Vácraátót) contributed to the project by the chemical confirmation of lichen identification and by providing the financial means to carry out the HPTLC.

IRODALOM – REFERENCES

- ASTA J., ERHARDT W., FERRATTI M., FORNASIER F., KIRSCHBAUM U., NIMIS P. L., PURVIS O. W., PIRINTSOS S., SCHEIDEGGER C., HALUWIN VAN C. & WIRTH V. 2002: *European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress*. – 19 pp. (mscr.).
- BARTHA D. 2012: *Természetvédelmi növénytan*. – Mezőgazda Kiadó, Budapest, 404 pp.
- BÖLÖNI J., MOLNÁR Zs. & KUN A. 2011: *Magyarország élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója ANÉR 2011*. – MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete, Vácrátót, 439 pp.
- BRUNIALTI G., REVERA S. & FRATI L. 2013: Mediterranean old-growth forests: the role of forest type in the conservation of epiphytic lichens. – *Nova Hedwigia* **96**(3–4): 367–381.
- CABI (2016): *The Index Fungorum*. – <http://www.indexfungorum.org>. (accessed: 1 May, 2016)
- FARKAS E. 2007: *Lichenológia – a zuzmók tudománya*. – MTA ÖBKI, Vácrátót, 193 pp.
- FARKAS E. & LÖKÖS L. 2007: Védett zuzmófajok Magyarországon. (Protected lichens in Hungary). – *Mikológiai Közlemények, Clusiana* **45**(1–3): 159–171.
- FARKAS E., LÖKÖS L. & MOLNÁR K. 2013: Zuzmók biodiverzitás-vizsgálata a szentbékállai „Fekete-hegy” mintaterületen. – *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis* **29**: 29–46.
- FARKAS E., LÖKÖS L., SINIGLA M. & VARGA N. 2014: A Mogyorós-hegy (Litér) és az Ugri-hegy (Királyszentistván) zuzmóflórája. (The lichen flora of the hills “Mogyorós-hegy” (Litér, Hungary) and “Ugri-hegy” (Királyszentistván, Hungary)). – *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis* **31**: 7–24.
- FARKAS E., LÖKÖS L., PAPP B., SINIGLA M. & VARGA N. 2016: Zuzmók és mohák biodiverzitás-vizsgálata a szigligeti Kongó-rétek mintaterületen. (Biodiversity of bryophytes, lichen-forming and lichenicolous fungi on “Kongó Meadows” (Hegymagas–Szigliget, Hungary)). – *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis* **33**: 19–33.
- HALLINGBÄCK T. 2007: Working with Swedish cryptogam conservation. – *Biological Conservation* **135**: 334–340.
- HUMPHREY J. W. 2005: Benefits to biodiversity from developing old-growth conditions in British upland spruce plantations: A review and recommendations. *Forestry* **78**(1): 33–53.
- LINDENMAYER D. B., MARGULES C. R. & ROTKIN D. B. 2000: Indicators biodiversity for ecologically sustainable forest management. – *Conservation Biology* **14**: 941–950.
- LÖKÖS, L. & TÓTH E. 1997: Red list of lichens of Hungary. – In: TÓTH, E. & HORVÁTH, R. (eds): *Proceedings of the „Research Conservation, Management” Conference*. – Aggtelek, Hungary, 1–5 May 1996, Volume 1, pp. 337–343.
- MK 2013: 83/2013. (IX.25.) VM rendelet. A védett és a fokozottan védett növény- és állatfajokról, a fokozottan védett barlangok köréről, valamint az Európai Közösségben természetvédelmi szempontból jelentős növény- és állatfajok közzétételéről szóló 13/2001. (V.9.) KÖM rendelet módosításáról. – *Magyar Közlöny* **2013**(156): 67479–67503. (2013. szeptember 25.)
- MOLNÁR K., LÖKÖS L., SCHRETT-MAJOR Á. & FARKAS E. 2012: Molecular genetic analysis of *Xanthoparmelia pulvinaris* (Ascomycota, Lecanorales, Parmeliaceae). – *Acta Botanica Hungarica* **54**(1–2): 125–130.
- MOTTA R. 2002: Old-growth forests and silviculture in the Italian Alps: The case-study of the strict reserve of Paneveggio (TN). – *Plant Biosystems* **136**: 223–232.
- NASCIMBENE J., MARINI, L., MOTTA R. & NIMIS L. P. 2009: Influence of tree age, tree size and crownstructure communities in mature Alpine spruceforests. – *Biodiversity and Conservation* **18**: 1509–1522.
- NIMIS P. L. & PURVIS O. W. 2002: Monitoring lichens as indicators of pollution. – In: NIMIS P. L., SCHEIDEGGER C. & WOLSELEY P. A. (eds): *Monitoring with lichens – monitoring lichens*. – Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, pp. 7–10.

- Noss R. F. 1990: Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. – *Conservational Biology* 4: 355–364.
- PRIMACK B. R. 2007: The conservation ecology of cryptogams. – *Biological Conservation* 135: 311–314.
- ROBERT V., STALPERS J. & STEGEHUIS G. 2015: MycoBank, The Fungal Website. – <http://www.mycobank.org/DefaultPage.aspx> (accessed: 1 May 2016)
- SCHEIDEGGER C. & GOWARD T. 2002: Monitoring lichens for conservation: red lists and conservation action plans. – In: NIMIS P. L., SCHEIDEGGER C. & WOLSELEY P. A. (eds): *Monitoring with lichens – monitoring lichens*. – Nato Science Series. IV. Earth and Environmental Sciences, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 163–181.
- SCHEIDEGGER C., GRONER U., KELLER C. & STOFER S. 2002: Biodiversity assessment tools – lichens. – In: NIMIS P. L., SCHEIDEGGER C. & WOLSELEY P. A. (eds): *Monitoring with lichens – monitoring lichens*. Nato Science Series. IV. Earth and Environmental Sciences, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 359–365.
- SCHEIDEGGER C. & WERTH S. 2009: Conservation strategies for lichens. Insights from population biology. – *Fungal biology reviews* 23: 55–66.
- SINIGLA M., LÖKÖS L., VARGA N. & FARKAS E. 2014: Distribution of the lichen species *Cetraria aculeata* in Hungary. – *Studia botanica hungarica* 45: 5–15.
- SMITH C. W., APTROOT A., COPPINS B. J., FLETCHER A., GILBERT O. L., JAMES P. W. & WOLSELEY P. A. (eds) 2009: *The lichens of Great Britain and Ireland*. – British Lichen Society, London, 1044 pp.
- VERSEGHY K. 1994: *Magyarország zuzmóflórájának kézikönyve*. – Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 415 pp.
- WIRTH V., HAUCK M. & SCHULTZ M. 2013: *Die Flechten Deutschlands*. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1144 pp.