

Vizsgálható-e erdeink természetessége az aljnövényzet ökológiai szempontú elemzésével?

Kenderes Kata és Standovár Tibor

ELTE, Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C
E-mail: kenderes@ludens.elte.hu

Összefoglaló: Lomberdeink természetesség-értékelésének egy olyan új módszerét keressük, amellyel eltérő fajösszetételű közösségek is összevethetők. E cél érdekében a természetes bolygatások révén létrejövő, és az emberi beavatkozás hatásainak kitett erdők aljnövényzetének ökológiai viselkedésében jelentkező eltéréseket értelmezzük. Magyarország erdei, erdőszéli, indifferens és gyomfajait csoportosítottuk lombzatuk, életformájuk, klonális viselkedésük, virágzásuk, magasságuk, magsúlyuk és terjedésük szerint globális optimalizáció, főkoordináta- és diszkriminanciaanalízis módszerével. Eredményeink alapján hat fajcsoportot hoztunk létre: *Geranium robertianum* (A), *Sonchus asper* (B), *Cephalanthera* (C), *Corydalis* (D), *Viola sylvestris* (E), *Stachys sylvatica* (F) csoport. A fajcsoportok viselkedését a Kékes környéki erdőben gyűjtött adatokon vizsgáltuk. A gazdasági erdőállományokban az egységszerű területre eső össz fajszám jelentős csökkenése mellett a légyszárúak között az A, B, C, D fajcsoportok részesedése hasonló az erdészeti kezeléstől mentes erdőrezervátumban megfigyeltekhez. Azonban az E és F csoport részesedése szignifikánsan különbözik a két területen. A rezervátumban a heterogénebb lombkorona-szerkezet miatt a gyepszint bővebb fényellátottságú, ami a magasra nőő és nyártól őszi lombos fajoknak kedvez. Mindazonáltal feltételezzük, hogy a növényfajok ökológiai viselkedésének értelmezésén alapuló módszer elsősorban a fajok tömegarányát is kifejező mintavételek alkalmazásával lehet használható a természetesség vizsgálatára.

Kulcsszavak: fajcsoportosítás, globális optimalizáció, ökológiai tulajdonság, természetesség-vizsgálat

Bevezetés

Napjainkban széleskörűen elterjedtek azok a módszerek, amelyek a növények ökológiai tulajdonságai alapján vizsgálnak életközösségeket. Ezen vizsgálatokban sok szerző kimutatta, hogy ezek a tulajdonságok nem függetlenek egymástól (Givnish 1982, Graae & Sunde 2000, Leishman *et al.* 1995, Thompson & Rabinowitz 1989, Thompson *et al.* 1998). Azt is megfigyelték, hogy a vegetatív tulajdonságok egymással jobban korreláltak, mint a reprodukzív tulajdonságokkal, és viszont (Díaz *et al.* 1998, Grime *et al.* 1997, Leishman & Westoby 1992, Shipley *et al.* 1989). Az előbbiekből következik, hogy ökológiai tulajdonságaik alapján a fajok nagy valószínűséggel csoportosíthatók (Gitay & Noble 1997,

Mucina 1997). Több szerző foglalkozott azzal, hogy a tulajdonságok mely kombinációi valósulnak meg a fajokban és ezek alapján hogyan lehet fajcsoportokat létrehozni (Díaz *et al.* 1998, Grime *et al.* 1997, Lavorel *et al.* 1997, 1998, 1999, Leishman & Westoby 1992). A fajcsoportosítás célja általában a globális klímaváltozás (Woodward & Cramer 1996) vagy az emberi eredetű zavarás hatásainak (Lavorel *et al.* 1999) detektálása, illetve dinamikus vegetációs modell létrehozása (Epstein *et al.* 2001).

Munkánk keretében ilyen típusú fajcsoportosítást végeztünk. Majd azt vizsgáltuk, hogy az általunk létrehozott, ökológiai szempontok alapján elkülönített fajcsoportok (továbbiakban fajcsoportok) használhatók-e lomberdeink természetességének értékelésére. A fajok csoportosításához igyekeztünk oly módon kiválasztott nem florisztikai tulajdonságokat felhasználni, hogy a növény életének minden szakaszáról azonos súllyal legyen információnk. A csoportképzést segítő egy-mással jól korreláló tulajdonságokat vettünk figyelembe. Arra törekedtünk, hogy kevés számú, egyszerűen meghatározható tulajdonságon alapuló módszert dolgozzunk ki, hogy a későbbiekben újabb fajok besorolása is egyszerű legyen. Reményeink szerint módszerünk hozzájárulhat mind a természetvédelem, mind az erdőgazdálkodás igényeinek megfelelő állapotfelmérések, tájleptéki vizsgálatok kidolgozásához (Margóczy *et al.* 1997, Standovár & Primack 2001).

Módszerek

A jelen vizsgálatban 666 lágyszárú fajt vizsgáltunk. Ezek kiválasztása Borhidi (1995) cönoszisztematikai besorolása alapján történt: a Magyarországon előforduló fajok közül a lomberdei, az erdőszéli és az indifferens besorolásúakat vontuk be a vizsgálatba, valamint néhány gyomfajt, amelyek terepi mintavételeinkben gyakran szerepeltek. A fajok 7 ökológiai tulajdonságát vizsgáltuk: a Raunkiaer-féle életformát (Horváth *et al.* 1995), a klonális viselkedést (Klimes *et al.* 1997), a növény magasságát (Rothmaler 1988, Simon 1992), a lombzat fenológiáját (Lindacher 1995), a virágzás kezdetét (Simon 1992, Soó 1964), valamint a mag (spóra) súlyát (Csontos 2000) és terjesztőjét (Csontos *et al.* 2002). A jellemzők kódolása az 1. táblázatban látható. A fajok csoportosítását a 7 változó együttes figyelembevételével főkoordináta-analízis és globális optimalizáció módszerével végeztük. A fajok közötti különbség mértékének számításához a Gower-formulát használtuk, mivel ez a módszer alkalmas kevert típusú változók (nominális, ordinális és intervallumskálán mért adataink egyaránt vannak) együttes kezelésére (Podani 1997). Ebbe a vizsgálatba csak azt az 551 fajt vontuk be, melyeknek legfeljebb 1 adata hiányzott. A főkoordináta-analízis tengelyei és a változók kapcsolatát nominális vál-

I. táblázat. A vizsgált tulajdonságok és kódolásuk, a forrásmunkák feltüntetésével.

Tulajdonság (forrás)	Kódolás
Raunkiaer-féle életforma (Horváth <i>et al.</i> 1995)	Kamefiton Hemikriptofiton Geofiton Terofiton Hemiterofiton
A lombzat fenológiája (Lindacher 1995)	örökzöld áttelelő tavasztól ősziig lombos tavasztól nyárig lombos
Klonalitás (Klimes <i>et al.</i> 1997)	nem klonális „ <i>Trifolium pratense</i> ” típus „ <i>Alliaria petiolata</i> ” típus „ <i>Rumex acetosella</i> ” típus „ <i>Ranunculus ficaria</i> ” típus „ <i>Lycopodium annotinum</i> ” típus „ <i>Festuca ovina</i> ” típus „ <i>Rumex obtusifolius</i> ” típus „ <i>Rumex alpinus</i> ” típus „ <i>Dactylis glomerata</i> ” típus „ <i>Aegopodium podagraria</i> ” típus „ <i>Fragaria vesca</i> ” típus „ <i>Caltha palustris</i> ” típus „ <i>Galium odoratum</i> ” típus „ <i>Calystegia sepium</i> ” típus „ <i>Lycopus europaeus</i> ” és „ <i>Adoxa moschatellina</i> ” típus „ <i>Corydalis solida</i> ” típus „ <i>Corydalis cava</i> ” típus „ <i>Galanthus nivalis</i> ” típus „ <i>Tulipa sylvestris</i> ” és „ <i>Allium montanum</i> ” típus „ <i>Dentaria bulbifera</i> ” típus
Magterjedés (Csontos <i>et al.</i> 2002)	Zoochoria Hydrochoria Autochoria Endozoochoria + hydrochoria Endozoochoria + autochoria Endozoochoria + myrmecochoria Endozoochoria + anemochoria Endozoochoria Epizoochoria + anemochoria Epizoochoria Epizoochoria + hydrochoria Epizoochoria + autochoria Epizoochoria + myrmecochoria Myrmecochoria + hydrochoria

1. táblázat (folytatás)

Magterjedés (Csontos <i>et al.</i> 2002)	Myrmecochoria + autochoria Myrmecochoria + anemochoria Myrmecochoria Nem specifikus terjedés (kettőnél több terjesztő ágens) Emberi közvetítéssel + bármely más módon Anemochoria
Mag súly [g/1000 mag] (Csontos 2000)	spóra, vagy mérhetetlenül kis mag < 0,21 0,21–0,50 0,51–1,00 1,01–2,00 2,01–4,00 4,01–10,00 10,01–50,00 > 50,00
A virágzás kezdete (Soó 1964, Simon 1992)	Február Március Április Május Június Július Augusztus
Magasság (Rothmaler 1988, Simon 1992)	a forrásban megadott intervallum középértéke (ha csak egy értéket közölt, annak a 0,75-szöröse)

tozó esetén Kruskal–Wallis-tesztel, ordinális és intervallum változó esetén Spearman rangkorreláció-számítással vizsgáltuk. A létrejött csoportokat egyváltozós statisztikákkal jellemeztük, ehhez a Statistica 5.1 programot használtuk. Ugyanezen programcsomag diszkriminanciaanalízisének segítségével ellenőriztük a változók csoportmeghatározó erejét, a fajok besorolását.

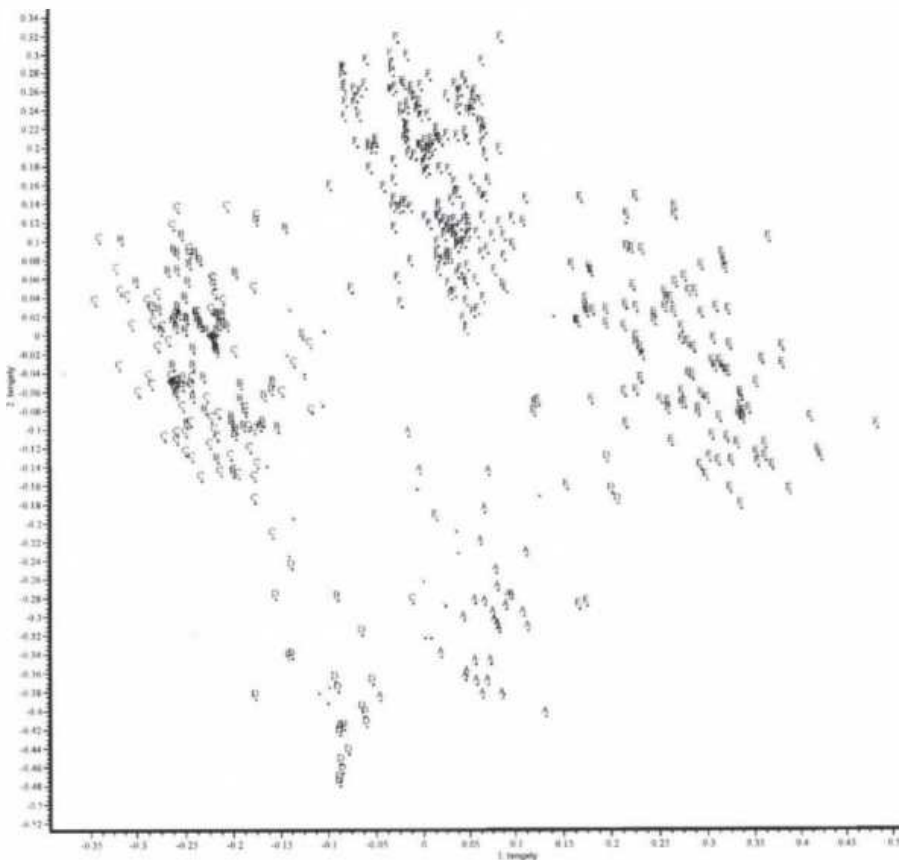
Utólag a Grime-féle CSR-besorolást (Grime *et al.* 1988) is teszteltük a csoportokban. Grime a növényfajok ökológiai viselkedésének egy más szempontú jellemzésére dolgozta ki az ökológiai stratégia típusokat. A termőhelyet jellemző stresszhez és bolygatáshoz való alkalmazkodás alapján különítette el típusait. A növényfajokat a kompetítor, stressztűrő és ruderális fő stratégiák, valamint ezek kombinációi (pl. stressztűrő-ruderális) alapján létrehozott csoportokba sorolta.

Eredmények

A főkoordináta-analízis (1. ábra) eredményeként kapott ordinációs diagramon a változók lineáris kombinációjával létrehozott, két legnagyobb varianciájá-

nyadot lefedő tengelyt ábrázoltuk. A tengelyek és az ökológiai változók korrelációvizsgálata szerint mind a két tengely minden változóval erősen korrelál ($p < 0,001$). Kivételt képez a magssúly, ami csak az első tengellyel, és a magasság, ami csak a második tengellyel korrelál. Így e két tulajdonság jól értelmezhető az ordinációs diagramon. A magssúly az első tengely mentén változik, a magasság a második tengely mentén nő. Például a második tengelyen kis értékekkel szereplő D és A csoport alacsony fajokat tartalmaz, magasságuk 20–40 cm. Míg az F csoportba, melybe nagy y koordinátájú fajok vannak, kifejezetten magas növények tartoznak 60–70 cm.

A globális optimalizáció a főkoordináta-analízishez hasonló eredményt hozott (1. ábra). A két elemzés alapján 5–5 csoportot alakítottunk ki. Voltak fajok, melyek a két módszerrel más-más csoportba kerültek (109 faj). Ebből 65 faj két



1. ábra. A fajok ordinációs diagramja. A betűjelek a későbbi (ld. 2. táblázat) csoportbesorolást mutatják.

2. táblázat. A fajcsoportok jellemzése. (A csoportosító változók a csoport meghatározó erejük sorrendjében szerepelnek. F: a lépésenkénti diszkriminanciaanalízis F értéke.)

Változók	A „ <i>Geranium robertianum</i> ” csoport	B „ <i>Sonchus asper</i> ” csoport	C „ <i>Cephalanthera</i> ” csoport	D „ <i>Corydalis</i> ” csoport	E „ <i>Viola sylvestris</i> ” csoport	F „ <i>Stachys sylvatica</i> ” csoport
A lombzat fenológiája (F = 672,70)	Áttelelő	Nyártól őszi lombos	Nyártól őszi lombos	Tavasztól nyárig lombos	Áttelelő	Nyártól őszi lombos
Raunkiaer-féle életforma (F = 441,02)	Terofiton vagy Hemiterofiton	Terofiton vagy Hemiterofiton	Geofiton	Geofiton	Hemikriptofiton	Hemikriptofiton
Klonalitás (F = 278,27)	Nincs klonális viselkedés	Nincs klonális viselkedés	Földalatti szár-, vagy gyökérképletek	Hagyma, gumó (vagy rizóma)	Rizóma	Általában rizóma
A virágzás kezdete (F = 189,17)	Korai, április–május	Május–július	Május–június	Korai, március–április	Május–június	Június vagy később
Magterjedés (F = 143,84)	Endozoochor vagy emberi segítséggel terjed	Anemochor, emberi segítséggel terjed, vagy anemo + endozoochor	Endozoochor vagy anemochor	Endozoochor vagy myrmecochor	Endozoochor, anemochor vagy endo + myrmecochor	Endozoochor vagy anemochor
Magasság (F = 115,61)	Közepes (20–40 cm)	Középmagas (40–70 cm)	Közepes (30–50 cm)	Alacsony (20 cm körül)	Kis–közepes (10–50 cm)	Magas (60–70 cm)
Magsúly (F = 97,39)	Közepes (0,2–4 g)	Közepes (0,2–4 g)	Kicsi (0–1 g)	Nagy (2–10 g)	Közepes (0–4 g)	Közepes (0,2–4 g)
Példafajok	<i>Arenaria serpyllifolia</i> <i>Geranium robertianum</i> <i>Cardamine impatiens</i>	<i>Erigeron canadensis</i> <i>Hesperis matronalis</i> <i>Sonchus asper</i>	<i>Cephalanthera</i> spp. <i>Epipactis</i> spp. <i>Equisetum sylvaticum</i>	<i>Arum maculatum</i> <i>Corydalis</i> spp. <i>Scilla</i> spp.	<i>Galeobdolon luteum</i> <i>Ajuga reptans</i> <i>Viola sylvestris</i>	<i>Stachys sylvatica</i> <i>Calamagrostis</i> spp. <i>Dryopteris</i> spp.
Fajszám	34	66	93	31	129	198

adott csoport (A, C) között vándorolt. Tömegességük miatt ezeket a továbbiakban külön csoportként értékeltük. A maradék 44 faj leginkább az A, D és C csoportok valamelyikébe sorolódott mindkét esetben. Az F csoport kizárólag az E-vel cserélt, 3–3 fajt. A globális optimalizáció G értéke 6 csoport esetén 0,62. A lépésenkénti diszkriminanciaanalízis azt mutatta, hogy mind a 7 tulajdonság részt vesz a csoportok képzésében. A változók csoportmeghatározó erejük sorrendjében, az F értékek feltüntetésével szerepelnek a 2. táblázatban. Minden esetben $p < 0,001$.

A csoportok jellemzése a 2. táblázatban található. Az A és B csoportba kerültek azok a fajok, amelyek nem viselkednek klonálisan, főként terofitonok vagy hemiterofitonok. Gyakori, hogy emberi segítséggel is terjednek, a CSR rendszerben ruderalísnak vannak feltüntetve. A két csoport közötti legfontosabb eltérés a lombozat fenológiájában és a magasságban mutatkozik. A C és D csoportba a geofitonok tartoznak. A D a kora tavasziak csoportja; a tavasztól őszi lombos, korán virágzó, nagy magsúlyú, alacsony fajok tartoznak ide. A C csoport a nyártól őszi lombos, nyáron nyíló, kis magsúlyú fajokat tartalmazza. Az E és F csoportba a rizómás, hemikriptofiton fajok kerültek, melyek a CSR rendszerben leginkább stressztolerátorok, illetve kompetítor-stressztolerátorok. A két csoport lombozat és magasság alapján válik szét.

Esettanulmány

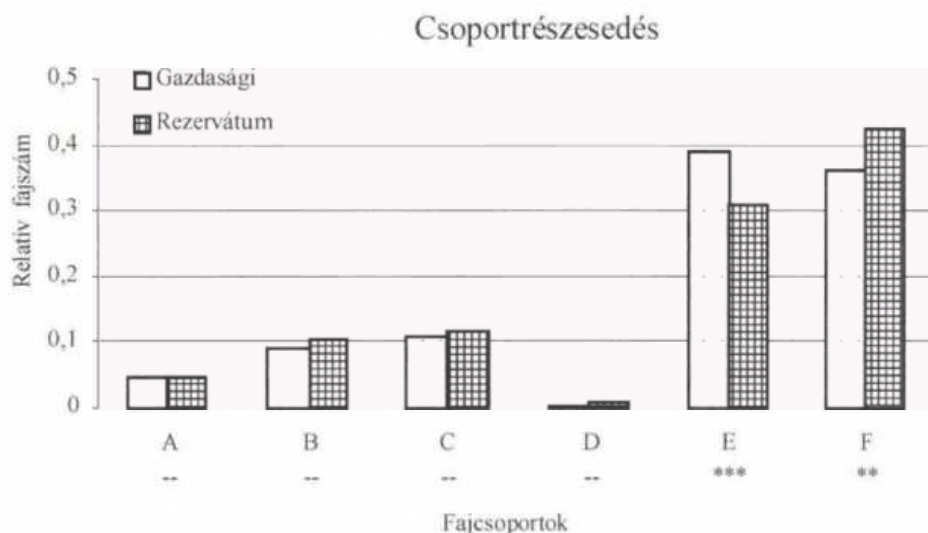
A csoportok viselkedésének jellemzésére egy erdészetileg kezelt, és egy természetközeli bükkös állomány aljnövényzetében gyűjtött adatokat használtuk. A vizsgált terület a Kékes északi oldalán 600–900 m tengerszint feletti magasságban (47°55'É, 20°05'K) található. Az alapkőzet andezit (Székely 1964), melyen átlagosan 40–80 cm mély, gyengén savas barna erdőtalaj található (Kovács 1975). Éghajlata kontinentális, az évi átlaghőmérséklet +5,7 °C. A januári átlaghőmérséklet –4,7 °C, a júliusi átlaghőmérséklet +15,5 °C. Az évi csapadékösszeg 840 mm, ebből a vegetációs időszakban 480 mm hullik. A Kékes északi oldalának vizsgált területén uralkodó növénytakaró a magashegységi bükkös (*Aconito-Fagetum* Soó) és a szubmontán bükkös (*Melittio-Fagetum* Soó) (Kovács 1968, 1975).

Munkánkhoz a Kékes Észak Erdőrezervátumban és a vele közvetlenül szomszédos különböző korú gazdasági állományokban gyűjtött adatokat használtuk. 2000 nyarán az erdészetileg kezelt erdő 62,66 hektáros területén, 11 erdőrészletben fajlistát készítettünk. Az erdőrészletek kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy a rezervátummal közvetlenül érintkező, ahhoz hasonló kitérűségű, meredekségű és talajú, összefüggő területeket válasszunk. Külön listába vettük az erdőrészleteken belül is az utakhoz, vízfolyásokhoz, tisztásokhoz, kőfolyásokhoz tartozó

fajokat, ezeket a jelen vizsgálatból kizártuk. Csak az erdőszéltől minimum 15 méterrel felvett adatokat használtuk. A rezervátum területén a vegetáció vizsgálatát 1997 nyarán Pásztly Gabriella végezte (Pásztly 1998). Ő a területet állabokra bontotta. „Minden erdőrészt, melynek záródása fanem-, kor- és növekedés szerint a szomszédos erdőrésztől lényegesen különbözik, állabnak nevezünk.” (Vadas 1898). A rezervátumi felvételek közül azon 17 állab adatait használtuk fel, melyek uralkodó fafaja a bükk. A vizsgálatba így bevont rezervátumterület 20,88 ha. Nomenklatúránk a FLÓRA adatbázist (Horváth *et al.* 1995) követi.

Összehasonlítottuk a fajcsoportok relatív részesedését a gazdasági erdőrészekben és a rezervátum állabjaiban. A fajcsoport-részesedésben levő különbségeket Mann–Whitney U-tesztel vizsgáltuk.

A lágyszárú fajcsoportok csoportrészesedését a 2. ábra mutatja. Az F csoport fajai (*Actaea spicata*, *Aegopodium podagraria*, *Campanula rapunculoides*, *Chelidonium majus*, *Geranium phaeum*, *Heracleum sphondylium*, *Lunaria rediviva*, *Melica uniflora*) nagyobb arányban fordulnak elő a rezervátumban. A gazdasági erdőkben az E csoport részesedése nagyobb (*Ajuga reptans*, *Carex sylvatica*, *Fragaria vesca*, *Hieracium sylvaticum*, *Lysimachia nummularia*, *Ranunculus repens*, *Sanicula europaea*, *Veronica chamaedrys*, *Veronica montana*). A D csoportra vonatkozó eredmény bizonytalan, mivel tavaszi felvételek nem készültek, és a csoportba tartozó fajok nyáron már sokszor nem felismerhető állapotúak.



2. ábra. A fajcsoportok csoportrészesedése a gazdasági és természetközeli erdők aljnövényzetében. A csillagok a Mann–Whitney U-teszt szignifikáns eredményét jelölik (–: nem szignifikáns, **: $p < 0,01$, ***: $p < 0,001$).

Értékelés

Vizsgálataink azt mutatják, hogy a 7 tulajdonság alapján a fajok csoportosíthatók. Az esettanulmányban bemutatott egyszerű vizsgálatban az E és F csoport részesezése mutatott különbséget a gazdasági és kezeletlen erdő közt. A két csoport leginkább a magasság és a lombzat fenológiája szempontjából különbözik. Valószínű, hogy a rezervátumban a lazább, heterogénebb lombkorona-szerkezet miatt a gyepszint bővebb fényellátottságú. Emiatt nagyobb összborítású aljnövényzet alakulhat ki, amelyben a jó kompetíciós képességű, magasra növő és nyártól őszig lombos fajok sikeresek. A zártabb lombkoronájú gazdasági erdők ritkás aljnövényzetében az alacsony fényintenzitás mellett is életképes, lombzatukat hosszan megtartó specialisták kerülnek előnybe. Közülük többen alacsony termétek és áttelelő lombbal rendelkeznek (Givnish 1982, Regehr & Bazzaz 1976).

Feltételezzük, hogy a növényfajok ökológiai viselkedésének értelmezésén alapuló módszer elsősorban a fajok tömegarányát és a mintázati különbségeket is kifejező mintavételek alkalmazásával lehet használható a természetesség vizsgálására. Az is figyelembe veendő, hogy a gazdasági erdők aljnövényzetének összetétele nagyon függ a faállomány korától.

*

Köszönetnyilvánítás – Kritikai észrevételeikért és segítségükért köszönet illeti Mihók Barbarát, Pásztty Gabriellát, Gálhidy Lászlót, Ódor Pétert és Ruff Jánost. A terepmunkában László Ildikó volt nagy segítségünkre.

Irodalomjegyzék

- Borhidi, A. (1995): Social behaviour types, the naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian Flora. – *Acta Bot. Hung.* **39**(1–2): 97–181.
- Csontos, P. (2000): A magyar flóra ezermagsúly-adatbázisának bemutatása, alkalmazási példákkal. – *Acta Biol. Debr. Oecol. Hung.* **11**(1): 51.
- Csontos, P., Tamás, J. & Tobisch, T. (2002): A magyar flóra magterjesztési mód adatbázisának bemutatása, elemzési példákkal: a szociális magatartási típusok értékelése. – In: Salamon-Albert, É. (szerk.): *Magyar botanikai kutatások az ezredfordulón – Tanulmányok Borhidi Attila 70. születésnapja tiszteletére*. PTE Növénytani Tanszék és MTA Pécsi Akadémiai bizottság, Pécs, pp. 557–569.
- Díaz, S., Cabido, M. & Casanoves, F. (1998): Plant functional traits and environmental filters at a regional scale. – *J. Vegetation Science* **9**(1): 113–122.
- Epstein, H. E., Chapin, F. S., Walker, M. D. & Starfield, A. M. (2001): Analyzing the functional type concept in arctic plants using a dynamic vegetation model. – *Oikos* **95**(2): 239–252.

- Gitay, H. & Noble, I. R. (1997): What are the functional types and how should we seek them? – In: Smith, T. M., Shugart, H. H. & Woodward, F. I. (eds): *Plant functional types: their relevance to ecosystem properties and global change*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 3–19.
- Givnish, T. J. (1982): On the adaptive significance of leaf height in forest herbs. – *Amer. Naturalist* **120**(3): 353–381.
- Graae, B. J. & Sunde, P. B. (2000): The impact of forest continuity and management on forest floor vegetation evaluated by species traits. – *Ecography* **23**: 720–731.
- Grime, J. P., Hodgson, J. G. & Hunt, R. (1988): *Comparative plant ecology. A functional approach to common British species*. – Unwin Hyman Ltd, London.
- Grime, J. P., Thompson, K., Hunt, R., Hodgson, J. G., Cornelissen, J. H. C., Rorison, I. H., Hendry, G. A. F., Ashenden, T. W., Askew, A. P., Band, S. R., Booth, R. E., Bossard, C. C., Campbell, B. D., Cooper, J. E. L., Davison, A. W., Gupta, P. L., Hall, W., Hand, D. W., Hannah, M. A., Hillier, S. H., Hodgkinson, D. J., Jalili, A., Liu, Z., Mackey, J. M. L., Matthews, N., Mowforth, M. A., Neal, A. M., Reader, R. J., Reiling, K., Ross-Fraser, W., Spencer, R. E., Sutton, F., Tasker, D. E., Thorpe, P. C. & Whitehouse, J. (1997): Integrated screening validates primary axes of specialisation in plants. – *Oikos* **79**(2): 259–281.
- Horváth, F., Dobolyi, Z. K., Morschhauser, T., Lőkös, L., Karas, L. & Szerdahelyi, T. (1995): *FLÓRA adatbázis 1.2: Taxonlista és attribútum-állomány*. – MTA ÖBKI, Vácrátót.
- Klimes, L., Klimesova, J., Hendriks, R. & van Groenendael, J. (1997): Clonal plant architectures: a comparative analysis of form and function. – In: de Kroon, H. & van Groenendael, J. (eds): *The ecology and evolution of clonal plants*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1–29.
- Kovács, M. (1968): Die Acerion pseudoplatani-wälder (Mercuriali-Tilietum und Phyllitidi-Acercetum) des Mátra-Gebirges. – *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **14**(3–4): 331–350.
- Kovács, M. (1975): *Beziehung zwischen Vegetation und Boden*. – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Lavorel, S., McIntyre, S., Landsberg, J. & Forbes, T. D. A. (1997): Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. – *Trends Ecol. & Evol.* **12**(12): 474–478.
- Lavorel, S., Touzard, B., Lebreton, J. D. & Clement, B. (1998): Identifying functional groups for response to disturbance in an abandoned pasture. – *Acta Oecol., Intern. J. Ecol.* **19**(3): 227–240.
- Lavorel, S., Rochette, C. & Lebreton, J. D. (1999): Functional groups for response to disturbance in Mediterranean old fields. – *Oikos* **84**(3): 480–498.
- Leishman, M. R. & Westoby, M. (1992): Classifying plants into groups on the basis of associations of individual traits: evidence from Australian semiarid woodlands. – *J. Ecol.* **80**(3): 417–424.
- Leishman, M. R., Westoby, M. & Jurado, E. (1995): Correlates of seed size variation: a comparison among five temperate floras. – *J. Ecol.* **83**: 517–539.
- Lindacher, R. (1995): Phanart. Datenbank der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. – *Veröff. geobot. Inst. Eidg. tech. Hochschule, Stiftung Rübel, Zürich*, **125**: 1–436.
- Margóczy, K., Báldi, A., Dévai, Gy. & Horváth, F. (1997): A természetvédelmi ökológiai kutatási prioritásai. – *Term.véd. Közlem.* **5–6**: 6–16.
- Mucina, L. (1997): Classification of vegetation: Past, present and future. – *J. Vegetation Sci.* **8**(6): 751–760.
- Pászty, G. (1998): A Kékes Észak erdőrezervátum vegetációtérképe. – Szakdolgozat, ELTE Növényrendszertani és Ökológiai Tanszék, Budapest.
- Podani, J. (1997): *Bevezetés a többváltozós biológiai adatfeldolgozás rejtelmeibe*. – Scientia Kiadó, Budapest.
- Regehr, D. L. & Bazzaz, F. A. (1976): Low temperature photosynthesis in successional winter annuals. – *Ecology* **57**: 1297–1303.

- Rothmaler, W. (1988): *Exkursionsflora Atlas der Gefäßpflanzen*. – Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin.
- Shiple, B., Keddy, P. A., Moore, D. R. J. & Lemkt, K. (1989): Regeneration and establishment strategies of emergent macrophytes. – *J. Ecol.* **77**: 1093–1110.
- Simon, T. (1992): *A magyarországi edényes flóra határozója: Harasztok–virágos növények*. – Tankönyvkiadó, Budapest.
- Soó, R. (1964): *A magyar flóra és vegetáció rendszertani- növényföldrajzi kézikönyve I–VII*. – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Standovár, T. & Primack, R. B. (2001): *A természetvédelmi biológia alapjai*. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Székely, A. (1964): A Mátra természeti földrajza. – *Földr. Közlem.* **12**(88): 199–218.
- Thompson, K. & Rabinowitz, D. (1989): Do big plants have big seeds? – *Amer. Naturalist* **133**: 722–728.
- Thompson, K., Bakker, J. P., Bekker, R. M. & Hodgson, J. G. (1998): Ecological correlates of seed persistence in soil in the north-west European flora. – *J. Ecol.* **86**: 163–169.
- Vadas, J. (1898): Erdőműveléstan. – Országos Erdészeti Egyesület, Budapest.
- Woodward, F. I. & Cramer, W. (1996): Plant functional types and climatic changes: Introduction. – *J. Vegetation Sci.* **7**(3): 306–308.

Can we assess forest naturalness by ecological interpretation of forest floor vegetation?

Kenderes, K. & Standovár, T.

Department of Plant Taxonomy & Ecology, Eötvös L. University
H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C, Hungary

Abstract: We searched for a method that is appropriate for comparing the biological status of communities even with different species composition. For this purpose we compared the ecological behaviour of forest floor vegetation in forest stands under natural disturbances versus human impact, i.e. regular forest management. Herbaceous species of forests, forest edges and species with no clear habitat preference were classified based on seven characteristics: leaf phenology, life form, clonal behaviour, start of flowering, height, seed weight and means of propagule dispersal. Classification using global optimisation, principal co-ordinate analysis and stepwise discriminant analyses were used. We distinguished 6 species groups: *Geranium robertianum* (A), *Sonchus asper* (B), *Cephalanthera* (C), *Corydalis* (D), *Viola sylvestris* (E), *Stachys sylvatica* (F). We studied the behaviour of these species groups in the unmanaged Kékes Forest Reserve and in the neighbouring managed stands. In the managed stands the average species richness per unit area was much lower than in the reserve, but the proportion of species belonging to species groups A, B, C and D was similar to that found in the unmanaged reserve. However, group F had higher relative importance in the reserve, since the more heterogeneous tree stand structure provides much better light supply, which favours tall, summer green species in the dense forest floor vegetation. We suggest that this approach could provide a more sensitive tool for assessing aspects of forest naturalness if quantitative data expressing species' importance were collected.

Key words: beech forest, global optimisation, naturalness, plant functional type, species trait, understorey vegetation

