

## Szekunder szukcessziós változások kutatása különös tekintettel az emberi tevékenység felhagyása utáni állapotváltozásokra és az ökológiai rekonstrukcióra

Az emberi és a természeti tevékenység egyaránt alapvető hatással van a növényzetre. A növényzet reakciója degradációs és szukcessziós folyamatok formájában jelentkezik. Degradációs folyamatok lépnek fel, amikor a növényzetet ért hatás olyan erős vagy olyan tartósan jelentkezik, hogy maradandó leromlási folyamatok indulnak el. A szekunder szukcessziós folyamatok éppen az ellenkező trendet képviselik. Szekunder szukcesszióról beszélünk akkor, ha a növényzetet nagy területen érte káros hatás, és itt indul meg a szukcessziós folyamat. Ezzel a folyamattal közeli rokonságban állnak a regenerációs folyamatok. Amennyiben egy nagyobb növényzeti állományban kisebb részekben keletkezik károsodás, és itt indul meg egy mikroléptékű szekunder szukcesszió, akkor regenerációról szokás beszélni. Napjainkban a humán társadalom tevékenysége olyan mértékű, hogy a degradációs, szukcessziós és a regenerációs folyamatok tanulmányozásának gyakorlati szempontból is meghatározó a jelentősége.

A szukcessziós, szekunder szukcessziós és regenerációs folyamatok kutatásának hosszú hagyománya van a magyar botanikai iskolában. Nem adunk történeti áttekintést a témáról; ez megtalálható *Fekete Gábor* kiváló könyvében.<sup>1</sup> A továbbiakban a terepvizsgálatok eredményeinek bemutatására helyezük a hangsúlyt.

Az emberi tevékenység hatása alá eső növényzeti típusokhoz, köztük a gyomvegetációhoz sok kutatás kapcsolódik.<sup>2</sup> Elméleti oldalról ennek az az

<sup>1</sup> Fekete G.: A teresstris vegetáció szukcessziója: elméletek, modellek, valóság. In Fekete G. (szerk.): *A cönológiai szukcesszió kérdései*. Budapest, 1985, Akadémiai Kiadó, 31–64.

<sup>2</sup> Bartha S.: Spatial processes in developing plant communities: pattern formation detected using information theory. In Krahulec, F.-Agnew, A. D. Q.-Agnew, S.-Willems, J. H. (eds.): *Spatial processes in plant communities*. The Hague, 1990, Academia, Prague and SPB Academic Publishing, 31–47.; Bartha S.: *Gyomnövényközösségek szünmorfogenezise külszíni szénbánya*

oka, hogy a rövid generációs idejű fajokból álló közösségek ideális kutatási objektumok. Másrészt a degradált növényegyüttesek elterjedtsége és gyakorlati kihívások, a mezőgazdaság tradicionális érdekeltsége és közegészségügyi szempontok is indokolják ezeknek a kutatásoknak a fontosságát.

### Szubmontán bükkös tarvágása utáni folyamatok

A „Rejtek-project” kutatási program keretében sekély talajú, karsztosodott mészkő alapközetű bükkös erdő (*Melitti-Fagetum*) tarvágása után zajló szekunder szukcessziós változások vizsgálata folyik. A kutatások 1980-ban indultak a még lábon álló erdőben. A tarvágás 1981 januárjában történt.<sup>3</sup> Az elemzések a terület három tipikus részén (plató, ÉK-i, ill. DK-i lejtők) permanens kvadrátos módszerrel történtek.

A vizsgálati terület az Északi-Magyar-középhegység Bükk hegységi részében a Hór-völgy, a Balla-völgy, valamint a Miskolc–Eger műút között elterülő rögökre darabolódott, karsztosodó mészkőterületen van. Területe kb. 15 ha, amiből mintegy 4,3 ha nagyságú területen kísérleti célú tarvágásos fakitermelés történt 1981 januárjában. A kutatásra kiválasztott hegyvonulat magassága 500–550 m. Gerincvonala ÉK–DNy-i irányú; egy ÉK-i és egy DNy-i völgy határolja. Alapközete karsztosodott triász korú mészkő. A területre általánosan jellemző a mészkő alapközet gyakori felszínre bukkanása, de a plató DNy-i szegélyén ez különösen nagy mértékű. A mészkő alapközet nagymértékben befolyásolja és alapvetően meghatározza a talajképződési folyamatokat és ennek következtében a területen előforduló talajokat is. Legnagyobb mennyiségben a litomorf erdőtalajok főtípusába tartozó sekély rendzina talaj fordul elő, melyre jellemző, hogy gyengén savanyú kémhatású és szerves anyagban gazdag. Azokon a területeken, ahol az alapközet a felszínre bukkan, sziklás, köves vázta talaj fordul elő. A lejtők aljában és a két völgy mentén rendzina eredetű lejtőhordalék-talaj alakult ki. A terület évi átlagos középhőmérséklete 6–8 °C. A csapadék átlagos mennyisége 700–800 mm évente. A DNy-i völgyben időszakos, az ÉK-i völgyben pedig állandó vízfolyás található, amelyet a Rejtek-forrás táplál. A területet tarvágás előtt összefüggő, kb. 100–120 éves erdő borította. A zonális szubmontán bükkös (*Melitti-Fagetum*) két szub-

*meddőhányóin*. Kandidátusi értekezés. 1992, Vácrátót; Virágh K.: Vegetation dynamics induced by some herbicides in a perennial grassland community. I. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.*, 1982. 28. 427–447.; Virágh K.: *Disztribúciót követő vegetációdinamizmus egy sztyepp-társulásban*. Kandidátusi értekezés. 1991, Vácrátót; Matus G.: *Pionír szekunder szukcessziók elemzése kelet-magyarországi homok- és lösztalajok gyomközösségein*. Kandidátusi értekezés. 1996.

<sup>3</sup> Jakucs P.: Rejtek Project. Ecological researches for favourable regeneration of forests covering shallow soil derived from limestone in Hungary. *Acta Biologica Debrecina*, 1987. 19. 5–12.

asszociációja: a *Melitti-Fagetum asperuletosum* és a *Melitti-Fagetum melice-tosum* fordult elő. A gerincek Ny-i szélein és a köves lejtőoldalokon a bükkös *Carpinus* konszociációja, a legszíkiasabb részekben pedig a *Tilio-Fraxinetum* társulás volt jellemző.

### Szukcessziós dinamika

Sokváltozós módszerekkel kimutattuk, hogy a végbemenő változások szakaszokra oszthatók – a szukcessziós folyamat menetében jól kimutatható stádiumok ismerhetők fel. Az egyedszámokon, a fajlistákon és különféle texturális jellemzőkön alapuló clusterok egyaránt jól mutatják a szakaszokat.<sup>4</sup> A szekunder szukcessziós folyamat mind bináris, mind kvantitatív adatok alapján jól elhatárolható szakaszokra osztható,<sup>5</sup> amelyek ökológiai szempontból is jól interpretálhatók.

Diverzitási rendezések segítségével bizonyítottuk, hogy az egyes szakaszok diverzitásai rendezhetők, azaz a teljes dominanciaspektrumon összevetve a közösségeket mindig ugyanaz a közösség marad a diverzebb. Az első szakasz a legkisebb diverzitású, a második szakasz a legdiverzebb, míg a harmadik szakasz diverzitás szempontjából az első kettő között helyezkedik el. A harmadik szakaszon belül azonban az évek időnként nem rendezhetők; azaz a domináns fajokra az egyik, míg a ritka fajokra a másik év növényzete bizonyult diverzebbnek. Ezt úgy interpretálhatjuk, hogy a szekunder szukcesszió kezdeti szakaszának rendkívül gyors folyamatai lelassulnak, és a gyors, egyirányú folyamatok mellett többféle, többirányú és összetett változási tendenciák jelennek meg.<sup>6</sup>

Az I. transzszekt esetében az első 3 év (1980–82) tartozik az első szakaszhoz. A második szakaszhoz a 4–8 évek (1983–87), míg a harmadik szakaszhoz a 9-cel kezdődő évek (1988-tól). A fajösszetételen és az egyedszámokon alapuló elemzések igen hasonló eredményt adnak. A dominancia-diverzitás görbék jól mutatják, hogy az egyes stádiumokban mennyire eltérő volt a közösség szerkezete. Az első szakaszban az alacsony fajszám volt jellemző; a görbe is nagy meredekségű és közel lineáris. A középső szakaszra az volt a jellemző, hogy a fajszám rendkívüli mértékben megnőtt. A görbe is sokkal kevésbé

<sup>4</sup> Tóthmérész B.: Secondary succession after clear-cutting of a beech forest (10 years study). 34th Conference of International Association for Vegetation Science: Mechanisms of Vegetation Dynamics, 1991.

<sup>5</sup> Tóthmérész B.: Szekunder szukcessziós folyamatok elemzése cluster analízissel. *Botanikai Közlemények*, 1989. 76. 35–49.

<sup>6</sup> Tóthmérész B.: *Diverzitási rendezések és térsorozatok*. Akadémiai doktori disszertáció. Debrecen, 1994.

meredek lefutású, mint az első szakaszban megjelenő közösségek esetén. Ez szintén a diverzitás növekedésére utaló jel. Ugyanakkor figyelemre méltó a ritka fajok viszonylag nagy száma. A harmadik szakaszra jellemző, hogy a fajszám kevesebb, mint a második szakaszban, ugyanakkor a görbe lefutásának meredeksége nem nő a középső szakaszhoz viszonyítva. A fajszámcsökkenést főként a ritka fajok eltűnése okozza. A diverzitási rendezésen alapuló eredmények igazolják a fenti megállapításokat. Az egyes szakaszokra jellemző közösségek diverzitásai rendezhetők; a teljes vizsgált skálatartományban legkisebb a diverzitás az első szakaszhoz tartozó közösségek esetében. A legmagasabb a diverzitás a második szakasz éveinek növényzete esetében, míg a harmadik szakasz éveinek növényzete diverzitás szempontjából az előző kettő között helyezkedik el.

A II. transzszekt esetén hasonló tendenciák figyelhetők meg. Az első szakaszba azonban az első négy év tartozik (1980–83). A második szakaszt az 5–7 évek (1984–86), míg a harmadik szakaszt a 8-évek (1987-től) képezik. A dominancia-diverzitás görbék az I. transzszektnél megfigyelt tendenciákat tükrözik. Az első, második és harmadik szakasz folyamatos fajszámnövekedést mutat és a görbe lefutásának meredeksége is csökken. Az utolsó, azaz a negyedik szakasz esetében a fajszám csökken és a görbe lefutásának meredeksége is nő. A diverzitás változásának ezt a tendenciáját egyértelműen megerősítik a diverzitási rendezés görbéi is.

A III. transzszektben észlelt változás tendenciái lényegében megfelelnek a másik két transzszektnél megfigyelttel, azonban van néhány apróbb különbség. Ennek legfőbb oka, hogy a *Carex brevicollis* gyppek kompetíciós viszonyai miatt erre a területre lényegesen kisebb mértékű volt a társulásidegen fajok betelepülése. A dominancia-diverzitás görbéken jól látható, hogy a korábbiakkal összevetve a változások kisebb fokúak. Ezt erősíti meg a diverzitásrendezés eredménye is. Az első szakaszhoz képest a második szakaszban nő a diverzitás, azonban a növekedés nem nagy mértékű. A görbék lefutása igen közeli egymáshoz, ami egyúttal azt is jelenti, hogy ezek a közösségek igen hasonló textúrájúak.

A fenti egyedszámokon alapuló tagolást erősítik meg a fajösszetétel, ill. bizonyos texturális jellemzők (diverzitás, egyenletesség, biomassza stb.) alapján végzett elemzések. A különbség mindössze az, hogy a fajösszetétel a leginkább konzervatív mutató, azaz ez változik a leglassabban. A legérzékenyebben a texturális jellemzők változnak, míg az egyedszámok köztes helyzetűek ebben a tekintetben.

Az első szakaszra a bükkös fajainak dominanciája, míg a második szakaszra a gyors és drasztikus változások voltak jellemzőek. A harmadik szakaszra számos szempontból az a jellemző, hogy a változások mérséklődtek, a korábbiakhoz képest a növényközösség stabilizálódott. Legszenvedetlenebb ebben a fázisban a *Rubus* fajok és az újulathatóság egyre határozottabb térnyerése (*Fagus sil-*

*vatica*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*), valamint az, hogy a leginkább nitrofrekvens gyomok (*Urtica dioica*, *Cirsium*ok és *Carduus*ok) igen erőteljesen háttérbe szorultak. Egyedszám és borítás tekintetében a fűfélék jelentősen előretörték, bár ez a folyamat részben már az előző szakaszban elkezdődött. A változások sokkal inkább az egyes koalíciók arányainak eltolódásával és cseréjével írhatók le, mint az egyes fajokéval.<sup>7</sup>

A növényzet teljes mértékben záródott a területen és sűrűn fedti a talajt, ami az erózió lehetőségét nagymértékben csökkenti. Mindezek a folyamatok abba az irányba hatnak, hogy az újulat további erősödésével a cserjés össze fog záródni. A lejtő alján, a mélyebb talajú helyeken ennek már kézzelfogható jelei vannak. A terület más részein ez még néhány évet igénybe fog venni. Ha ez bekövetkezik, akkor ökológiai szempontból egy teljesen új helyzet áll elő.

A III. transzszekt két lényegesen eltérő, élesen elkülönülő vegetációs foltot köt össze. Ezt jól mutatják az egyedszám adatok alapján készült clusterek. Ugyanilyen határozottan mutatja a váltást a diverzitás is; értéke a *Carex brevicollis* igen nagy dominanciával történő megjelenése miatt drasztikusan csökken. Kimutattuk, hogy a bükkös/hársas-körises határ a két vegetációtípus között több mint 10 évvel, a tarvágás után is fennmaradt. Ennek egyik döntő tényezője a szinte teljesen zárt *Carex brevicollis* gyeppel, amely igen eredményesen akadályozza meg a gyomok és a társulásidegen fajok betelepülését. A hársas-körises helyén kialakult vegetáció igen „konzervatív”, lassan változik a növényzet. A transzszekt másik felének növényzete, amely az egykori bükkös területére esik lényegében ugyanolyan dinamikát mutat, mint az I. és a II. transzszekt növényzete.

Megvizsgáltuk, hogy a bükkös talajának magkészlete milyen szerepet játszik a tarvágás utáni növényzet kialakításában. Eredményeink azt mutatják, hogy a talaj magkészlete legerőteljesebben az első szekunder szukcessziós fázis növényzetére hasonlít, azonban a további fázisok fajainak magjai is jelen vannak. Az újulatot képező fajok csírázóképes magjainak mennyisége igen erősen függött az előző év termésétől.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Tóthmérész B.: i. m. (1991).

<sup>8</sup> Kemény G.–Tóthmérész B.: A talaj magkészletének vizsgálata egy szubmontán bükkösben. II. Magyar Ökológus Kongresszus, Keszthely, 1991; Kemény G.–Tóthmérész B.: Seed bank of a beech forest's soil and its relation to secondary succession. 34th Conference of International Association for Vegetation Science: Mechanisms of Vegetation Dynamics, Eger, Hungary, 1991; Pelles G.–Tóthmérész B.: A Bükk hegységben ültetett fenyősávok gyomosodást elősegítő hatása. II. Magyar Ökológus Kongresszus, Keszthely, 1991.

## Az újulat fejlődési dinamikája

Az újulat fejlettsége lényegesen eltér a három területen. Igen gyengén fejlett az újulat a DNY-i lejtőn, amelyet valamikor hársas-körises fedett. Egyedszámuk is igen kevés, és ami van, az is gyengén fejlett. Igaz, itt az újulat fajösszetétele egészen más, mint a két másik területen. Az újulat egyedszámát és fejlettségét tekintve is jobb a helyzet a platón. Azonban itt is nagy foltokban hiányzik az újulat, és ahol van, ott sem túlzottan sűrű. Mindenhol viszonylag alacsonyak, gyengén fejlettek az egyedek.

Az ÉK-i lejtőn sűrű és megfelelő növekedésű újulat van. A lejtőalj mélyebb talajú és nedvesebb talajfoltjaiban már záródott az újulat és átlagos magassága eléri a 190–280 cm-t is. Bizonyos helyeken a plató és az ÉK-i lejtő határán nagyobb kiterjedésű foltokban erős *Calamagrostis epigeios* invázió történt. Ezeket a helyeket igen csekély számú az újulat és fejlettsége sem éri el még azt a szintet sem, ami a platón lévő újulatnál észlelhető.

Az újulat egyedszámú eloszlása rendkívül szélsőséges eltéréseket mutat. A platón a *Fagus sylvatica* egyedszáma mintegy a tizede az ÉK-i lejtőn lévőnek. A *Carpinus betulus* azonos nagyságrendben fordul elő mindkét helyen; a lejtőn valamelyest nagyobb az egyedszám. A másik két fafajtól eltérően a *Fraxinus excelsior* a platón fordul elő lényegesen nagyobb egyedszámmal. Mintegy háromszor akkora az egyedek denzitása, mint a lejtőn.

## Általános szukcessziókép

Vizsgálataink során az a kép alakult ki, hogy a szukcessziós folyamat bizonyos koalíciók aránytölődésével és egymás után következésével írható le.<sup>9</sup> Ez az elképzelés közvetlenül kapcsolatba hozható Juhász-Nagy P. szünmorfoenezisre vonatkozó elképzelésével.<sup>10</sup> Az általunk vizsgált szekunder szukcessziós folyamat egyes szakaszaihoz egy-egy domináns koalíció/guild rendelhető. A tarvágás utáni igen rövid periódust a bükkös lágyszárú fajok dominanciája jellemzi. A második szakaszt elsősorban a nitrofrekvens gyomok uralják, míg a harmadik szakaszra egyértelműen a *Rubus* fajok, ill. a bükkös fászszerű újulatának a dominanciája jellemző. Érdekes jelenség volt a szukcesszió 5–7. éve környékén a nagyszámú fűfaj megjelenése. A fűfélék egy meghatározott forráshasznosítási stratégiát képviselnek, ám nem nyerhettek

<sup>9</sup> Tóthmérész B.: i. m. (1994); Tóthmérész B.: Niche-elméleti modellek és szekunder szukcessziós folyamatok. Kandidátusi disszertáció. 1987.

<sup>10</sup> Juhász-Nagy P.: A cönológia koegzisztenciális szerkezeteinek modellezése. Akadémiai doktori értekezés, Budapest, 1980.; Juhász-Nagy P.: Bevezetés a szüindinamikába. In Fekete G.: A cönológiai szukcesszió kérdései. Budapest, 1985, Akadémiai Kiadó.

teret az irtás körülményei között. Nagy valószínűséggel, ez egy elágazási pontja a szukcessziós folyamatnak. Ha jelen lett volna a humán beavatkozás (pl. kaszálás formájában), akkor egy hegyi kaszálórét kialakulása irányába ment volna el a folyamat. Mivel ez nem történt meg, így ez a koalíció nem tudott teret nyerni a *Rubus* és *Rosa* fajokkal, ill. a fás szárú újulat fajaival szemben. Elmondhatjuk, hogy az általunk vizsgált szekunder szukcessziós folyamat néhány vonásában megfelel a klasszikus elképzeléseknek, ugyanakkor számos más vonatkozásban a Fekete Gábor által vizsgált extrazonális szukcessziósorozatok jellemzőit mutatja.<sup>11</sup> A fenti problémák kvantifikálása egyben az eddigiektől eltérő, lényegesen új módszerek kifejlesztését is igényelte és igényli.<sup>12</sup>

### A kutatás eredményeihez kapcsolódó publikációk listája

- Tóthmérész B.: Diversity characterizations. In Zempléni A. (ed.): *Statistics at Universities: Its Impact for Society*. Budapest, 1997, Eötvös Univ. Press, 107–113.
- Tóthmérész B.: New Trends in Measuring Diversity. In Tóth E. – Horváth R. (eds.): *Research, Conservation, Management*. 1997, ANP Directorate, 169–175.
- Tóthmérész B.: *Diverzitási rendezések*. Budapest, 1997, Scientia Kiadó.
- Tóthmérész B.: Scale-Dependent Diversity Characterizations. *IAVS Symposium*, 1997, Česke Budejovice.
- Tóthmérész B.–Erdei Zs.: Multispecies Spatial Point Patterns. *IAVS Symposium*, 1997, Česke Budejovice.
- Tóthmérész B.: DivOrd: Scale-dependent Diversity Comparisons for Communities. *IAVS Symposium*, 1997, Česke Budejovice.
- Erdei Zs.–Tóthmérész B.: MULTI-PATTERN: Pattern analysis for multispecies communities. *IAVS Symposium*, 1997, Česke Budejovice.
- Tóthmérész B.: Diverzitás: A kibontakozó jövőkép. *IV. Magyar Ökológus Kongresszus*, 1997, Pécs.

<sup>11</sup> Fekete G.: The holistic view of succession reconsidered. *Coenoses*, 1992. 7. 21–29.

<sup>12</sup> Tóthmérész B.: Noise Elimination in Gradient Analysis. *Abstracta Botanica*, 1993. 17. 155–158.; Tóthmérész B.: NuCoSA 1.0: Number Cruncher for Community Studies and other Ecological Applicatios. *Abstracta Botanica*, 1993. 17. 283–287.; Tóthmérész B.: DivOrd 1.50: A Program for Diversity Ordering. *Tiscia*, 1993. 27. 33–44.; Tóthmérész B.: Comparison of different methods for diversity ordering. *Journal of Vegetation Science*, 1995. 6. 283–290.; Tóthmérész B.: Density dependent and density independent representation of indirect spatial series analysis. *Acta Botanica Hungarica*, 1995. 39. 43–50.; Tóthmérész B.: *Diverzitási rendezések*. Budapest, 1997, Scientia Kiadó, 87.; Tóthmérész B.: Diversity characterizations. In Zempléni A. (ed.): *Statistics at Universities: Its Impact for Society*. Budapest, 1997, Eötvös Univ. Press, 107–113.; Tóthmérész B.: New Trends in Measuring Diversity. In Tóth E.–Horváth R. (eds.): *Research, Conservation, Management*. 1997, ANP Directorate, 169–175.

Tóthmérész B.: Szekunder szukcessziós folyamatok térbeli vonatkozásai a Rejtek-projekt kapcsán. *IV. Magyar Ökológus Kongresszus*, 1997, Pécs.

Tóthmérész B.: Térsorozati elemzések általános vonatkozásai. *IV. Magyar Ökológus Kongresszus*, 1997, Pécs.

Tóthmérész B.: Paradigmaváltások a szukcessziós és degradációs folyamatok kutatásában. *MTA Biológiai Osztályának nyilvános ülése*, 1997.

Tóthmérész B.: Scale-Dependent Diversity Characterizations in Ecology. In *Statistics at Universities: Its Impact for Society*. i. m. (1997).