

Doktori (PhD) értekezés tézisei  
Thesis of PhD dissertation

**CSERES-TÖLGYES ERDŐK (SÍKFŐKÚT  
PROJEKT ÉS VÁR-HEGY) LÁGYSZÁRÚ  
NÖVÉNYZET ÉS MAGKÉSZLET  
VIZSGÁLATA**

**Herb Layer and Seed Bank of Oak Forests  
(Síkfőkút Project and Vár-Hill Forest Reserve Area)**

**Koncz Gábor**

Témavezetők:

*Dr. Papp Mária*  
egyetemi docens

*Dr. Tóthmérész Béla*  
egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM  
Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola  
Debrecen, 2013



## Bevezetés és célkitűzés

Hazánkban a legkiterjedtebb klímazonális erdőtársulás a cseres-tölgyes (*Quercetum petraeae-cerris*), amely a természetközeli erdőtársulásaink területének több mint negyedét adja. Ezért esett erre az erdőtársulásra a választás, amikor 1972-ben megalapították az ország első erdei ökológiai kutatóállomását az IBP (International Biological Program) keretében. A Bükk hegység déli lábánál lévő kutatóállomás Síkfőkút Project néven vált ismertté, amelynek célkitűzése a cseres-tölgyes erdőtársulás ökológiai megközelítésű megismerése. Az Eger és Síkfőkút üdülőfaluk között fekvő állomány a Szöllőskei-erdő Természetvédelmi Terület része.

Az erdő-ökoszisztéma kutatás az erdő szintenkénti struktúrájának megismerésével kezdődött 1972-ben (Jakucs 1985). Az alapítás óta eltelt csaknem négy évtized alatt az erdő fás szintjei jelentősen átalakultak. A 80-as években lezajlott tölgypusztulás eredményeképp a kocsánytalan tölgy egyedek csaknem kétharmada kipusztult az alaphektárból. Ezt követően a fapusztulások után keletkezett lékekben *Acer campestre*, *Acer tataricum*, *Crataegus monogyna*, *Quercus petraea* és *Quercus cerris* egyedei jutottak fel a lombkoronaszintbe, kialakítva ezzel egy második lombkoronaszintet (Kotroczó et al. 2008, Krakomperger et al. 2008). Párhuzamosan a cserjeszint borítása is duplájára emelkedett (Kárász 2001). Ezek változások hatással voltak a lágyszárú szintre is (Koncz et al. 2010, 2011). Az erdő lágyszárú szintjének első felmérése a fajösszetételt és a tömegességi viszonyokat tekintve 1973-ban történt, majd ezt követően a felméréseket megismételték a hosszú-távú monitorozások feltételeinek megfelelően.

A lágyszárú szint vizsgálatát 2006-ban magkészet vizsgálatokkal egészítettük ki. A lágyszárú növényzetről

ugyanis mindaddig hiányosak az ismereteink, amíg az ivaros életciklusok kitartó és szaporító képleteiről, köztük a magokról, azok mennyiségi viszonyairól nincsen ismeretünk egy adott területen. Ezek az összefoglalóan propagulumoknak nevezett diasporák (tehát lehetnek termések is) a talajon gyűlnek össze, majd bekerülnek a talajba. A talajban felhalmozódott magvak megismerésének folyamata a talaj magkészlet vizsgálatát jelenti.

Miután ismertté vált a Síkfőkút Projekt egy részének magkészlete, vizsgálatainkat az összehasonlítóshoz kiterjesztettük a Vár-hegy Erdőrezervátum cseres-tölgyes állományára és a síkfőkúti erdő egy másik negyedhektárára.

A lágyszárú növényzet múltjának és jelenének összevetése a talaj magkészletével további információkat nyújthat az erdő lágyszárú szintjének sajátosságairól és viselkedéséről. Ennek megfelelően következő kérdésekre kerestük a választ:

- Hogyan változott a síkfőkúti „A” negyedhektár földfeletti lágyszárú vegetációja 1973 és 2006 között?
- Milyen borítású, fajszámú és fajösszetételű az egyes területek lágyszárú vegetációja?
- Milyen sűrű és milyen faji összetételű a lágyszárú szint magkészlete?
- Milyen a magvak vertikális eloszlása?
- Milyen az egyes fajok magvainak az életképessége?
- Milyen mértékű a hasonlóság az aktuális és a korábbi évek földfeletti vegetációja és a magkészlet között?
- Miben különbözik a Vár-hegy Erdőrezervátum lágyszárú aljnövényzete és magkészlete a síkfőkúti erdőétől?

# Irodalmi áttekintés

## Cseres-tölgyes erdők aljnövényzetének jelentősége és vizsgálata

A cseres-tölgyes erdők különböző módon felújított, nevelt és használt állományai, irtásterületei, sokszínű képet mutatnak (Csontos 1996b). A széles elterjedés miatt, valamint mivel termőhelyeik napjainkban is az erdőgazdálkodás fő szinterei, a hosszú időn át nem, vagy alig háborított állományok vizsgálati eredményei hozzájárulhatnak a természetszerű erdőművelés szélesebb körű alkalmazásához, ezzel a természetvédelmi feladatok tölgyesekre vonatkozó célkitűzéseinek sikeresebb megvalósításához (Jakucs 1973, Horváth et al. 2001, Mázsa et al. 2002).

A cseres-tölgyesek többsége sarjasztott, homogén korstruktúrájú állomány, amelyekben a rendszeres cserjetisztítás is általános. Ezért ezek az állományok dús lágyszárú szinttel rendelkeznek. Ahol a cserjeszintet nem tisztították, mint a síkfőkúti erdőben, ott a lágyszárú szint a fényviszonyoknak megfelelően kisebb borítású (Koncz et al. 2010, 2011). A sűrűsödő cserjeszint megváltoztatja az erdő alsó szintjének fényklimáját, ezáltal erős stressz-szituációnak teszi ki a lágyszárú szintet (Csontos 1996b).

A biodiverzitás fontosságát erdőkben, beleértve a lágyszárú növényzet biodiverzitását, számos szerző hangsúlyozza (Bachmann et al. 1996, Boyle & Boontawee 1995, Standovár 1988, Cserép et al. 1991). A hosszú ideje tartó erdészeti kezelés, gazdasági hasznosítás a diverzitás csökkenéséhez vezet (Paillet 2010a,b). Európai erdőállományokban, ahol a gazdálkodás évszázadok óta formálja az erdőket, a fás növények indikációs szerepe háttérbe szorult. Ugyanakkor a

lágyszárúak, gyors alkalmazkodó képességükkel még mindig alkalmasak indikációra, amit mutat, hogy az erdők tipizálására mai napig lágyszárú növényfajokat használnak mind a botanikai irodalomban, mind az erdészeti gyakorlatban. A lágyszárú növényzet változása jól kifejezi a hosszú távú adaptáció folyamatát a környezethez, de érzékeny az erdészeti beavatkozásokra is (Standovár 1988, Standovár & Rajkai 1994). Mivel a lágyszárú szint a legérzékenyebb indikátora az erdőkben végbemenő természetes változásoknak és zavarásoknak is, struktúrájának és dinamikájának ismerete kiemelt fontosságú.

## **Magkészetkutatás**

A talaj magkészetének szerepe a szukcesszióban mezőgazdasági területeken végzett kísérletekből jól ismert, „eltemetett-gyommagvakkal” már rég foglalkoznak a kutatók hazánkban is (Kozma 1922). Ehhez képest kevés az ismeretünk természetközeli élőhelyek magkészetéről (Thompson & Grime 1979, Pickett & McDonnell 1989), bár napjainkban már egyre több eredmény születik ebben a témában (Hopfensperger 2007, Csontos 2010). Hazánkban az első szántóföldi gyommagvakhoz kapcsolódó, gazdasági jelentőségű magkészetkutatások a múlt század második felében indultak (Bencze 1954, Fekete 1975, Hunyadi & Pathy 1976). Természetközeli vegetáció magkészetét elsőként Virágh és Gerencsér (1988) vizsgálta a Bükkalján egy hegylábi sztyepréten. Matus et al. (2003) tájidegen, spontán terjedő akácerdő magkészetét jellemezték a kapcsolódó homoki gyepekkel összevetésben. A különböző előtörténetű mészkerülő homoki gyeptársulások magkészetének tanulmányozása restaurációs céllal szintén Matus et al. (2005) nevéhez kötődik, továbbá Halassy (2001) dolgozatában olvashatunk hasonló vizsgálatokról. Kemény (2002, 2003)

mészkedvelő homokpusztagyepék magkészletét elemezte. A magkészlet szerepét két hegyi kaszálórét közösség helyreállításában vizsgálta Valkó et al. (2009). A magkészlet szerepét löszgyepék helyreállításában Miglécz & Tóth (2012) tanulmányozta. Fehér akác és tövises lepényfa magbankját vizsgálta Simkó & Csontos (2009) budapesti parkok talajában. Török et al. (2009) vizsgálta a magkészlet szerepét homoki gyepék libalegeltetést követő helyreállításában. Szintén Török et al. (2012) vizsgálta az Egyek-Pusztakócsi természetes gyepék helyreállításában különböző magkeverékek hatását. A Gyertyán-kúti rétek magkészletét Valkó et al. (2011) vizsgálta restaurációs ökológiai szempontból.

A nemzetközi irodalomban számos tanulmány foglalkozik az erdőtársulások magkészletével, nem csupán a lágyszárú szintet tekintve. Különösen fontosnak látják ezeket a vizsgálatokat a kutatók Észak-Amerika olyan területein, ahol az ismétlődő hurrikánok utáni fás vegetáció újraformálódásában meghatározó a szerepe (Livingston et al. 1968, Bormann & Likens 1979, Warr et al. 1994, Hanlon et al. 1998). Marquis (1975) különböző korú, ugyancsak észak-amerikai erdőkben becsülte a magkészlet gazdagságát. Virginiai tölgyerdő különböző állományaiban Schiffman és Johnson (1992) végzett kutatásokat.

Európai erdőkben is széles a vizsgálati skála. Például Augusto et al. (2001) Északkelet-Franciaországban vizsgáltak egy kocsánytalan tölgy állományt. Staaf et al. (1998) svédországi bükkösök, míg Jankowska-Blaszczuk (1998) lengyelországi tölgyesek és hársas-gyertyános társulások magkészletét vizsgálták.

A hazai erdők magkészlet vizsgálata a 90-es években kezdődött. Csontos et al. (1996a, 1998a,b) fekete fenyővel beültetett dolomitnövényzet magkészletét tanulmányozták regenerációs képesség becslésére. Továbbá szintén Csontos

(1996b, 2006) vizsgálta a Visegrádi-hegység három fiatal cseres-tölgyes állományának magkészletét.

## **Anyag és módszer**

### **A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő bemutatása**

A Bükk hegység déli lábánál fekvő Szöllőskei-erdő Természetvédelmi Terület (SZTVT) különböző állapotú cseres-tölgyes (*Quercetum petraeae-cerris*) állományokból, azok irtásterületeiből, fiatalosaiból áll, teljes területe 63,7 ha. Társulástani értékelését először Papp és Jakucs (1976) dolgozata foglalja össze. Fajai részben a cseres-tölgyesekre jellemző *Potentillo-Quercion petraeae* fajok, de mellettük fellelhetők a hegylábi, Alföld közelségi helyzetet jelző *Aceri-Quercion* elemek is. A fajok többsége *Quercetea pubescenti-petraeae* elem, vagyis a száraz tölgyesekre általánosan jellemző fajok, de mellettük az üde lombos erdei (*Querco-Fagetea*) fajok is jelen vannak. Talaja savanyú alapkőzeten képződött agyagbemosódásos barna erdőtalaj (Stefanovits 1985).

A terület klímája kontinentális, az évi középhőmérséklet 9,9 °C. A nyári félév 17,0 °C, a téli 2,8 °C körül mozog. Az évi csapadék mennyisége 500-600 mm között van. A legnagyobb mennyiségű csapadék a május-júliusi periódusban hull. A terület északi részén került bekerítésre a Síkfőkút Project, amelynek erdeje sűrűn sarjasztott (Mayer 1974), jelenleg 100 év körüli. A területen egy hektárnyit (alaphektár) a struktúra felmérésekre tartósan jelölték ki. Az alaphektár tovább osztott negyedhektárookra (A,B,C,D), azok pedig a felmérések megkönnyítésére további 4 × 4 m-es négyzetekre. A 80-as években lezajlott tölgypusztulás eredményeképp a kocsánytalan tölgy egyedek csaknem kétharmada kipusztult az alaphektárból. Ezt követően a fapusztulások után keletkezett

lékekben *Acer campestre*, *Acer tataricum*, *Crataegus monogyna*, *Quercus petraea* és *Quercus cerris* egyedei jutottak fel a lombkoronaszintbe, kialakítva ezzel egy második lombkoronaszintet (Kotroczó et al. 2008, Krakomperger et al. 2008).

A lágyszárú növényzet borítás és fajszám felmérése 1973 óta az „A” negyedhektár 33 mintanegyzetében folyamatos (1973, 1982, 1988, 1994, 2000, 2006). 2008 júliusában és augusztusában a „D” negyedhektár random módon kijelölt 50 db 4 × 4 m-es négyzetének lágyszárú növényzete is felmérésre került.

## **A Vár-hegy Erdőrezervátum bemutatása**

A Vár-hegy Erdőrezervátum a délnyugati Bükkben, Egertől 10 km-re helyezkedik el. A síkfőkúti erdőtől légvonalban 4 km-re található. Az erdőrezervátum területe a Felsőtárkány község fölé magasodó Vár-hegy tető, illetve a hegy felső egyharmada. A területen változatos talajtípusokat találunk, legjellemzőbbek a rendzinák és a barna erdőtalajok különböző változatai (Bidló et al. 2004). Mintaterületünk a délies kitétséggű hegyoldalon lévő 100 évesnél idősebb cseres-tölgyes erdőállomány (Mázsa et al. 2009). A kevésbé intenzív gazdálkodás, majd a terület felhagyása olyan erdőállományt eredményezett, amely természetesebb képet mutat, mint a síkfőkúti cseres-tölgyes állomány. A lágyszárú vegetáció borítás és fajszám felmérése 2008 júliusában és augusztusában történt random módon kijelölt 50 db 4 × 4 m-es négyzetben.

## **A magkészet-vizsgálatok módszere**

### **Mintavétel**

A síkfőkúti erdő „A” negyedhektárban 2006 márciusában végeztünk a magkészlet mintavételt abban a 33 db tartósan kijelölt  $4 \times 4$  m-es négyzetben, amelyben 1973 óta a lágyszárú növényzet felmérése is folyamatosan megtörtént. Négyzetenként hat furatot vettünk, a furatok 4 cm átmérőjűek voltak, és a talajhenger felső 10 cm-e került felhasználásra, mivel az irodalmak szerint a magvak nagy százaléka ebben a rétegben található (Williams 1984). Különösen elfogadható ez a mélység a síkfőkúti erdőben, ahol a humuszos szint az átlagosnál vékonyabb (Stefanovits 1985). A furatok felső 5 cm-ét (felső minta) és az azt követő 5 cm-ét (alsó minta 5-10 cm-ig) a vertikális mageloszlás vizsgálatához külön választottuk és négyzetenként külön kezeltük, hogy összevethessük a földfeletti vegetáció adataival. Összesen csaknem  $24869 \text{ cm}^3$  talajmintát vizsgáltunk meg, ami meghaladja a hazai cserestölgyesekre javasolt minimális talajtérfogatot (Csontos 2006).

A „D” negyedhektárban és a Vár-hegy Erdőrezervátum területén 2008 márciusában történtek a magkészlet-mintavételek 50-50 db  $4 \times 4$  m-es négyzetben az „A” negyedhektárban alkalmazott módszerrel. Mintáink ösztérfogata területenként  $37680 \text{ cm}^3$ , ami jó becslést adhat erdei lágyszárúak magkészletének tanulmányozásakor (Thompson et al. 1997, Csontos 2006).

## Csíráztatás

A magkészet tanulmányozására a talajminták üvegházi csíráztatásos módszerét alkalmaztuk (ter Heerd et al. 1996, Csontos 1997), ami az életképes magvak mennyiségének meghatározására szolgál. A Debreceni Egyetem Botanikus Kertjének üvegházában került sor a talajminták szitasoron mosással történő koncentrálására. A vegetatív növényi részek, a nagyobb talajszemcsék, a fák és cserjék magvai átmosáskor a 3,0 mm lyukátmérőjű szitán fentmaradtak. A lágyszárú magoknál kisebb finomfrakció eltávolítását pedig 0,2 mm lyukbőségű szitával végeztük. Így a 0,2 mm-nél nagyobb magvú lágyszárú növények magvait tudtuk befogni, de az irodalmi adatok szerint (Schermann 1967) a várható fajok magjai ezen mérettartomány fölöttiek. Ezzel a mintáink térfogatát mintegy 70 %-kal tudtuk csökkenteni, ami egyrészt segíti a magvak csírázását, másrészt csökkenti a csírázató ládák megkívtant felületét. A koncentrált mintákat autoklávvál sterilizált talajra rétegeztük 3-4 mm vastagságban. Külön ládába helyeztük az egyes négyzetek hat furatának egyesített alsómintáit és az egyesített felső szintből származó mintákat. A talajsterilizálással a virágföldben található magszennyezéseket szűrtük ki. Az üvegházból származó magszennyezés mérésére kontroll ládákat állítottunk be.

A ládákat folyamatosan öntöztük, a megjelenő csíranövényeket meghatároztuk (Csapody 1968). A vegetatív állapotban biztosan nem határozható fajokat külön cserepekben határozhatóságig neveltük (Simon 2000). Az üvegház hőmérséklete 18 és 30 °C között változott. A ládákat a nyári dormancia után ősszel újra öntöztük. A mintaládákat október végén számoltuk fel, miután már hosszabb ideje nem jelentek meg újabb csíranövények.

## Adatfeldolgozás

A magkészet és a föld feletti vegetáció hasonlóságának kiszámításához a Sørensen-indexet használtuk. Az index használatát az indokolta, hogy egyszerű, és a magkészet-vizsgálattal foglalkozó munkákban széles körben használt (McCune & Grace 2002).

A perzisztencia vizsgálatához a fajokat Thompson et al. (1997) és Csontos (2001) munkái alapján három kategóriába soroltuk. A négyzetméterenkénti 12 darabnál kevesebb maggal reprezentált fajokat nem kategorizáltuk. Három kategóriát alkalmaztunk: 1 – tranziens, 2 – rövidtávú perzisztens, 3 – hosszútávú perzisztens. Tranziesnek tekintetem azokat a fajokat, amelyek a vegetációban jelen voltak, de magvaik csak a felső (0-5 cm) talajsztintben fordultak elő. Rövidtávú perzisztensek azok a fajok voltak, amelyek magvai túlnyomórészt a felső talajsztintben voltak, de az alsó (5-10 cm) szintekben is regisztráltuk őket. Hosszútávú perzisztensek pedig azok voltak, amelyek magvai legalább olyan gyakoriak voltak az alsó talajsztintben, mint a felsőben.

A magkészet alsó és felső rétegeinek denzitását összetartozó páros adatsoroknak megfelelően páros t-teszttel, vagy Wilcoxon teszttel hasonlítottam össze. Két független minta átlagát t-teszt, vagy Mann-Whitney teszt segítségével hasonlítottam össze. Több csoport átlagát egyutas ANOVA-val hasonlítottam össze. A magkészet és a vegetáció (1973-2006) közötti hasonlóságot NMDS-ordinációval elemeztem (Legendre & Legendre 1998). A vizsgálati években kialakult borítás és fajszám közötti különbségeket RM ANOVA segítségével teszteltem.

A Szociális Magatartási Típusok elemzésénél Borhidi (1995) rendszerét használtam, amely Grime (1979) rendszerén alapul. A statisztikai elemzésekhez a következő

összevonásokat tettem. A ruderalis fajokhoz soroltam két alcsoportot: az elsőbe tartoztak a természetes zavarástűrők (DT), a másodikba a gyomok, azaz az agresszív kompetitorok (AC), ruderalis kompetitorok (RC) és honos gyomfajok (W). A stressztűrő és kompetitor kategóriába a specialista (S), kompetitor (C), generalista (G) és természetes pionír (NP) fajokat soroltam.

A Raunkiaer-életformák meghatározásakor a Flóra adatbázis adatait használtam (Horváth et al. 1995). A zárójellel jelölt adatokat nem vettem figyelembe, azonban a többféle életforma-típussal (Th-TH, H-Ch, H-G) rendelkező fajokat viszonylag nagy reprezentáltságuk miatt külön kategóriaként kezeltem. A statisztikai elemzésekhez a SigmaStat 3.1 és az R statisztikai programcsomagot használtam.

## Eredmények

### A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő lágyszárú aljnövényzete és magkészlete az „A” negyedhektárban

#### A földfeletti lágyszárú vegetáció változása (1973-2006)

Összesen 53 lágyszárú növényfaj fordult elő 1973 és 2006 között a síkfőkúti erdő lágyszárú szintjében (1973-tól 2000-ig az adatok Jakucs és Papp 1974, Papp 1985, 2001 munkáiból származnak). A fapusztulás (Kotroczó et al. 2008, Krakomperger et al. 2008) utáni cserjésedés miatt a lágyszárú borítás folyamatosan csökkent, ugyanakkor ez a csökkenés a fajszámban nem volt tapasztalható, sőt esetenként fajszám-növekedést tapasztaltak, elsősorban a ruderalis fajok megjelenése miatt. 1988-tól kezdődően a fajonkénti borítás jelentősen megváltozott.

A négyzetenkénti átlagborítás 1973-ban 22 % volt. Ez 1988-ra a tölgypusztulással párhuzamosan 6 %-ra esett vissza, miközben az *Acer campestre* egy második lombkoronaszintet alakított ki. A következő évek ökológiai feltételei sem kedveztek a lágyszárú szint újjáépüléséhez. A fajösszetétel tovább változott, ugyanakkor az átlagos borítás 8 % alatt maradt. A négyzetenkénti átlagos fajszám 1973-tól 1988-ig szignifikánsan csökkent (RM-ANOVA,  $p < 0,001$ ), ami a fajok egyes években egyenetlen eloszlásának, és többségük akcesszorikus előfordulásának a következménye. 1988-tól 2006-ig szignifikáns növekedés volt tapasztalható (RM-ANOVA,  $p < 0,001$ ).

A folyamatosan jelenlévő jellemző tölgyerdei fajok: *Carex michelii*, *Melica uniflora*, *Lathyrus niger*, *Lathyrus vernus* és *Poa nemoralis*. Egyes évelő lágyszárúak (pl. *Poa nemoralis*, *Melica uniflora*, *Carex* fajok) borítása látványosan lecsökkent. A *Poa nemoralis* borítása 1994-től lecsökkent, 2006-ban hasonló borítási értékkel regisztráltuk, mint a *Melica uniflora*-t. A *Carex montana*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Dactylis polygama*, *Festuca heterophylla*, és *Fragaria vesca* 1988-ban nincs a fajlistában. Ezzel egy időben a nitrofil egyéves és rövid életű gyomok (*Chelidonium majus*, *Fallopia dumetorum*, *Galium aparine* és *Geranium robertianum*) jelentek meg és azóta is gyakoriak, ezzel szemben a specialista és kompetitor, valamint generalista fajok borítása 1982 óta folyamatosan csökkent. 15 fajt csak egy-egy évben regisztráltunk a lágyszárú szintben, közülük tízet 2006-ban, mint pl. a *Chenopodium polyspermum*-ot, *Conyza canadensis*-t és *Stenactis annua*-t.

Szociális Magatartás Típust tekintve fajszámban a generalisták (pl. *Carex michelii*, *Dactylis polygama* és *Galium schultesii*) és a természetes zavarástűrők domináltak (pl. *Carex muricata*, *Hypericum perforatum* és *Veronica chamaedrys*) 1973 és 2006 között. A természetes kompetitor (pl. *Festuca heterophylla*, *Melica uniflora* és *Poa nemoralis*) kategória részesedése fajszámban 2006-ra lecsökkent. Az 1988-as évtől kezdődően megfigyelhető a gyomok megjelenése is, és a *Galium aparine* és *Lactuca serriola* esetében a megtelepedése is. A gyomok fajszámbeli relatív részesedése 2006-ra 23 % volt, a generalisták és természetes kompetitorok viszont fajszámban jelentősebbek (43 %) maradtak. A természetes zavarástűrők fajszámban jelentősek voltak 1988-ig (19-21 %-os relatív részesedés) is, 2006-ra már 34 %-os részesedésük volt.

Borításban kezdetben a generalisták és a természetes kompetitorok részesedése volt a legnagyobb (55-85 %-os), ez

2006-ra 28 %-ra csökkent. Ezzel párhuzamosan a gyomok relatív borítása 40 % fölé emelkedett 2006-ra, közülük elsősorban a *Chelidonium majus* és *Galium aparine* borítása lett jelentős. A természetes zavarástűrők borítása viszont 1988-ra ugrott 2%-os relatív részesedésről 30 % fölé, elsősorban az *Alliaria petiolata*, *Fallopia dumetorum* és *Geranium robertianum* fajok megjelenésével.

Az Életformák közül elsősorban ez egyéveseket érdemes kiemelni, mivel ezek közé ruderális, elsősorban gyomfajok tartoznak. Megállapítható, hogy 1973 és 1988 között csak a *Lapsana communis* volt jelen az egyévesek közül, amely 4 %-os fajszámbeli relatív részesedést jelentett. 1988-tól viszont megjelent a lágyszárú vegetációban például a *Fallopia dumetorum*, *Galium aparine* és *Geranium robertianum*; az egyévesek fajszámbeli relatív részesedése 2006-ban kis fluktuációt követően 17 % volt.

Ha a borítást vizsgáljuk, még jelentősebb változás figyelhető meg. Az egyévesek 1973-ban mért 0,4 %-os relatív részesedése a borításból 1988-ra 30 %-ra, majd 2006-ra 40 %-ra növekedett, ami megegyezik a hemikryptophyták relatív részesedésével 2006-ban.

## **A magkészlet**

2006-ban a síkfőkúti „A” negyedhektár mintájából összesen 33 faj 314 egyede csírázott. A magsűrűség 1258 db/m<sup>2</sup>. A leggyakoribb 10 faj 11-81 maggal volt képviselve négyzetméterenként. Ezek alkotják a magkészlet több mint 80 %-át, melyek közül az *Ajuga reptans*, *Carex muricata*, *Poa nemoralis* és a *Veronica chamaedrys* jellemző faja az aktuális évben a vizsgált erdőnek. Továbbá jelentős a magkészlete a természetes zavarástűrő *Hypericum perforatum*-nak (104 db/m<sup>2</sup>). A legnagyobb magszámmal a *Chenopodium polyspermum* (326 db/m<sup>2</sup>) volt jelen. A cseres-tölgyesekre

jellemző további erdei fajok közül a *Poa nemoralis* (64 db/m<sup>2</sup>) és a *Carex muricata* (124 db/m<sup>2</sup>) magkészlete volt a legnagyobb. A faj- és egyedszám a mélységgel szignifikánsan (Wilcoxon teszt,  $p < 0,05$ ) csökken. A felső (0-5 cm) szintben 175, az alsóban (5-10 cm) 139 mag volt, tehát a teljes magszám 44 %-a található az alsó szintben. A fajok többségének nincs jelentős magkészlete.

A perzisztenciát tekintve 14 fajt nem kategorizáltunk, mivel a négyzetméterenkénti denzitásuk 12 db alatt marad. A 2006-os vegetáció 43 %-a képzett magkészletet. Tranziens magkészletűnek csupán a *Carex michelii*-t találtuk. A legtöbb faj a rövidtávú perzisztens kategóriába tehető, a magvak 39 %-a tartozik ide (11 faj). A hosszú-távú perzisztens kategóriába csupán 7 faj tartozik, de ezek a magkészlet 54 %-át adják. A síkfőkúti erdőben megtalálható rövid- és hosszútávú perzisztens magvak 32 %-a erdei fajoktól származik, míg a fennmaradó részen a gyomok osztoznak. A gyomok közül a *Chenopodium polyspermum*-nak a legjelentősebb a magkészlete (326 db/m<sup>2</sup>), a hosszútávú perzisztens kategóriában 48 %-os a részesedése.

A Szociális Magatartás Típusokat vizsgálva elmondható, hogy a fajok 64 %-a ruderális, melyből 30 % természetes zavarástűrő, 34 % gyom. A magvak 36 %-a természetes zavarástűrő (pl. *Hypericum perforatum*, *Stellaria media*), 42 %-a gyom (pl. *Chenopodium album*, *Ch. polyspermum*), tehát a ruderális fajok a magkészlet 78 %-át adják.

Az Életformák közül az egyéveseket vizsgálva elmondható, hogy mind fajszámban, mind magsűrűségben 15 % alatt vannak. Ugyanakkor érdekes megnézni a Th-H kategóriába tartozó két fajt, a *Chenopodium polyspermum*-ot és a *Conyza canadensis*-t. Ez a két faj adja a magsűrűség 32 %-át. Fajszámban a hemikryptophytonok (például *Carex* fajok, *Poa nemoralis*) százalékos aránya a legnagyobb, magszámában is

30 % körüli a részesedésük. Megjegyzendő, hogy ebbe a kategóriába tartozik a *Hypericum perforatum* természetes zavarástűrő faj is, amely a hemikryptophyton kategória 27 %-át adja.

### **A lágyszárú növényzet és a magkészlet összevetése**

Az „A” negyedhektárban a magkészletben és a vegetációban együttesen 53 faj fordult elő 2006-ban. Csak a vegetációban 20, csak a magkészletben 18 faj fordult elő, míg a közös fajok száma 15. A csak magkészletben regisztrált fajok közül a *Chenopodium album* (60 db/m<sup>2</sup>) és a *Typha angustifolia* (76 db/m<sup>2</sup>) fajok rendelkeztek jelentősebb magkészlettel. A Sørensen hasonlóság mértéke 44 %. Az előző évekre is kiszámoltuk a hasonlóságokat a 2006-os magkészlet adatok alapján. Ebből kiderült, hogy a mintavétel évétől eltekintve a magkészlet legjobban az 1973-as vegetációhoz hasonlít (a hasonlóság 38 %), legkevésbé a 2000-es vegetációhoz (20 %).

A tölgyerdei fajok közül a következők voltak jelen a vegetációban, ugyanakkor nem képeztek magkészletet: *Melica nutans*, *Polygonatum latifolium*, *Stachys sylvatica* és *Viola hirta*. Ugyanakkor a *Festuca heterophylla* és a *Fragaria vesca* eltűnt az erdő lágyszárú szintjéből, néhány magot viszont detektáltunk a magkészletben. A vegetációban levő gyakori gyomok közül a *Chelidonium majus*-nak és a *Geranium robertianum*-nak nem volt magkészlete.

### **A síkfőkúti cseres-tölgyes erdő „D” negyedhektárának lágyszárú vegetációja és magkészlete (2008)**

#### **A földfeletti lágyszárú vegetáció**

A síkfőkúti erdő „D” negyedhektárának lágyszárú növényzetében összesen 27 fajt regisztráltunk. A négyzetenkénti átlagos fajszám 3 db, az átlagos borítás 10 %-os. A két legnagyobb borítású faj az egyéves gyom *Galium aparine* (7,7 %) és a természetes zavarástűrő *Myosoton aquatica* (0,4 %). Az erdei fajok átlagos borítása alacsony (például *Melica uniflora* 0,3 %, *Geum urbanum* 0,2 % és a *Viola sylvestris* 0,1 %). A gyomok alkották a borítás jelentős részét, a négyzetenkénti átlagborítás 7,8 %. A fajok legnagyobb része (44 %) a hemikryptophyták és geophyták uralta generalista kategóriába tartozott.

### **A magkészlet**

A síkfőkúti „D” negyedhektár mintáiból összesen 58 faj 728 egyede csírázott. A magsűrűség 1932 mag/m<sup>2</sup>. A cseres-tölgyesekre jellemző erdei fajok közül csak a *Carex muricata*, *Poa nemoralis* és a *Veronica chamaedrys* rendelkezett 30 db/m<sup>2</sup> feletti magszámmal. A faj- és egyedszám a mélységgel szignifikánsan (Wilcoxon teszt,  $p < 0,05$ ) csökkent. A felső (0-5 cm) szintben 407, az alsóban (5-10 cm) 321 mag volt, tehát a teljes magszámnak 44%-a található az alsó szintben, hasonlóan az „A” negyedhektárban tapasztaltakhoz. Mindkét szintben a gyom *Chenopodium polyspermum* (170 db/m<sup>2</sup>), a természetes zavarástűrő *Hypericum perforatum* (547 db/m<sup>2</sup>) és a kompetitor *Typha angustifolia* (237 db/m<sup>2</sup>) volt a leggyakoribb faj. Főleg a *Chenopodium* fajoknak köszönhetően a magvak 23 %-a gyom, míg csak 26 %-a kompetitor és specialista. A *Hypericum* nagy magszáma miatt a természetes zavarástűrő kategória részesedése a teljes magszámból 50 %-os. Életforma szerint a hemikryptophyta és therophyta kategória részesedése legnagyobb fajszám és magsűrűség tekintetében is.

A perzisztenciát tekintve 29 fajt nem kategorizáltunk alacsony denzitásuk miatt. A magkészlet 80 %-át viszont sikerült kategorizálni. Tranziens magkészletűnek csupán a *Geum urbanum*-ot találtuk. A legtöbb faj a rövidtávú perzisztens kategóriába sorolható, a kategorizált magvak 35 %-a tartozik ide (16 faj). A hosszútávú perzisztens kategóriába 12 faj tartozik, de ezek a magkészlet 46 %-át adják; a társulásközömbös, természetes zavarástűrő *Hypericum perforatum* kategórián belüli részesedése 62 %-os. A rövid- és hosszútávú perzisztens magvak 15 %-a kompetitor és specialista, míg a fennmaradó rész a ruderalisokhoz tartozik. Az erdőkre jellemző fajok magjai 53 %-át teszik ki a perzisztens magvaknak.

### **A lágyszárú növényzet és magkészlet összevetése**

A síkfőkúti magkészletben és a vegetációban együttesen 72 faj fordult elő a „D” negyedhektár adatai alapján. Csak a vegetációban 14, csak a magkészletben 45 faj, míg a közösen előforduló fajok száma 13. A Sørensen hasonlóság értéke 30,6 %. Megfigyelhető, hogy a vegetációban levő gyakori gyomok közül a *Galium aparine*-nek és a *Myosoton aquaticum*-nak nem mutattuk ki magkészletét. Ugyanakkor a legnagyobb magdenzitású fajok nem találhatóak meg a földfeletti vegetációban, mint pl. a *Chenopodium album*, *Chenopodium polyspermum*, *Stellaria media*, *Stenactis annua*, *Turritis glabra* és *Typha angustifolia*. A vegetációban alacsony borítású két tölgyerdei fajnak, a *Veronica chamaedrys*-nek (90 db/m<sup>2</sup>) és a *Poa nemoralis*-nak (50 db/m<sup>2</sup>) még jelentős magkészletét találtuk.

A Szociális Magatartás Típusok eloszlását vizsgálva elmondható, hogy a természetes pionír (*Vicia lathyroides*), agresszív kompetitor (*Coryza canadensis*, *Digitaria sanguinalis*, *Stenactis annua*) és adventív gyom (*Euphorbia*

*maculata*) kategória csak a magkészletben fordul elő. A fajszámokat, magszámot és borítást tekintve látható, hogy a ruderalis fajok a magkészletben vannak túlsúlyban, de a gyom (W) kategória részesedése a borításban jelentősebb, a *Galium aparine* fajnak köszönhetően. Fontos kiemelni a természetes kompetitor kategória nagy magszámbeli részesedését, amely elsősorban a *Typha angustifolia* 237 db/m<sup>2</sup>-es denzitásának tulajdonítható.

Csak a magkészletben található életformák a chamaephyta (*Euphorbia maculata*, *Veronica prostrata*), hydato-heliophyta (*Typha angustifolia*), therophyta-hemitherophyta (pl. *Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris*), therophyta-hemikryptophyta (*Moehringia trinervia*).

## **A Vár-hegy Erdőrezervátum lágyszárú vegetációja és magkészlete (2008)**

### **A földfeletti lágyszárú vegetáció**

A vár-hegyi terület lágyszárú növényzetét 41 faj alkotta. A felvételi négyzetenkénti átlagos fajszám 7, az átlagos borítás 49 %-os. Az erdei fajok a leggyakoribbak, a legnagyobb borítással a *Melica uniflora* (29 %) rendelkezik. Az egész fajkészletben összesen 4 gyomfaj található 0,4 %-os átlagborítással: *Arctium lappa*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Galium aparine*, *Linaria vulgaris*. A természetes kompetitor és generalista fajok (pl. *Dactylis polygama*, *Galium schultesii*, *Melica uniflora*) borítása a legnagyobb. Mivel az előző fajok életforma szerint a geophyta, hemikryptophyta kategóriába tartoznak, ezért ezek részesedése a legnagyobb a borításban. Fajszám tekintetében a generalisták és hemikryptophyták részesedése a legnagyobb.

## A magkészlet

A vár-hegyi mintákból összesen 43 faj 899 egyede csírázott. A magsűrűség 2386 mag/m<sup>2</sup>. A cseres-tölgyesekre jellemző erdei fajok közül a *Carex muricata*, *Dactylis polygama*, *Poa nemoralis* és a *Veronica chamaedrys* rendelkezik 30 db/m<sup>2</sup> feletti magszámmal. A faj- és egyedszám a mélységgel szignifikánsan (Wilcoxon teszt,  $p < 0,001$ ) csökkent. A felső (0-5 cm) szintben 577, az alsóban (5-10 cm) 322 mag volt, tehát a teljes magszámnak 36 %-a található az alsó szintben. Mindkét szintben a generalista *Dactylis polygama* (555 db/m<sup>2</sup>) a természetes zavarástűrő *Hypericum perforatum* (138 db/m<sup>2</sup>), *Moehringia trinervia* (239 db/m<sup>2</sup>), *Urtica dioica* (284 db/m<sup>2</sup>) és a kompetitor *Typha angustifolia* (112 db/m<sup>2</sup>) volt a leggyakoribb.

A magvak többsége mind fajszám mind magsűrűség alapján a ruderális kategóriába tartozik. Életforma szerint a hemikryptophyta kategória részesedése a legnagyobb. A perzisztenciát tekintve 14 fajt nem kategorizáltunk alacsony denzitásuk miatt. A magkészlet 98 %-át viszont sikerült kategorizálni. Tranziens magkészletűnek 5 faj bizonyult. A legtöbb faj a rövidtávú perzisztens kategóriába sorolható, a magvak 94 %-a tartozik ide (20 faj). A hosszútávú perzisztens kategóriába csupán 4 faj tartozik, ezek a magkészlet 4 %-át adják. A rövid- és hosszútávú perzisztens magvak 40 %-a kompetitor és stressz-toleránsokhoz, míg a fennmaradó rész a ruderálisokhoz tartozik. Az erdőkre jellemző fajok magjai 67 %-át teszik ki a perzisztens magvaknak.

## A lágyszárú növényzet és a magkészlet összevetése

A vár-hegyi vegetációban és magkészletben együttesen 65 faj fordult elő. Közülük 22 csak a vegetációban, 25 faj csak a magkészletben fordult elő, míg a közösen előforduló fajok

száma 18. A hasonlóság mértéke 43,4 %. A magkészlet leggyakoribb faja a *Dactylis polygama* (555 db/m<sup>2</sup>), amelynek föld feletti borítása átlagosan 1 % feletti.

A legnagyobb magdenzitású növények nem találhatók meg a föld feletti vegetációban, mint pl. a *Hypericum perforatum*, *Stellaria media*, *Stenactis annua*, *Typha angustifolia* és *Urtica dioica*. A specialista *Buglossoides purpureo-coerulea*, *Carex montana* és *Iris graminea* csak a vegetációban fordult elő, míg az agresszív kompetitor *Conyza canadensis*, *Digitaria sanguinalis*, *Stenactis annua* és ruderalis kompetitor *Calamagrostis epigeios*, *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale* csak a magkészletre volt jellemző. A hemikryptophyta-geophyta *Melica uniflora* és *M. nutans*, valamint a hemitherophyta *Arctium lappa* csak a vegetációban volt jelen, míg a hemikryptophyta-chamaephyta *Veronica chamaedrys* és a hydato-heliophyta *Typha angustifolia* csak a magkészletre volt jellemző.

## **A síkfőkúti erdő „D” negyedhektárának és a Vár-hegy Erdőrezervátum lágyszárú növényzetének és magkészletének összehasonlítása**

### **A földfeletti lágyszárú vegetáció**

A földfeletti lágyszárú növényzetet összehasonlítva elmondható, hogy a Vár-hegy Erdőrezervátum területén szignifikánsan nagyobb a fajszám és a borítás, mint a síkfőkúti erdőben. A két területen összesen 51 lágyszárú növényfajt regisztráltunk. Csak a Vár-hegyen regisztráltuk 24 faj egyedeit, csak Síkfőkúton 10-ét. A közös fajok száma 17. A két terület vegetációja közötti hasonlóság 50 %. A vár-hegyi erdő

lágyszárú aljnövényzetét elsősorban a kompetitor és stressztoleráns kategóriába tartozó erdei fajok alkotják (pl. *Clinopodium vulgare*, *Melica uniflora* és *Stachys sylvatica*), míg a síkfőkúti erdőben a gyomok a legnagyobb borításúak.

## A magkészlet

A két területen összesen 73 faj magját regisztráltuk. A mindkét területen jelenlévő fajok száma 28. Csak a vár-hegyi mintákból csírázott 15 faj magja, míg csak a síkfőkúti mintákban volt jelen 30 faj magja. A két terület magkészlete közötti hasonlóság 55,4 %. A síkfőkúti D negyedhektár magsűrűsége 1932 db/m<sup>2</sup>, a vár-hegyi 2386 db/m<sup>2</sup>.

Sem a fajszámban, sem a magsűrűségben nem találtunk jelentős különbséget. Viszont a síkfőkúti magkészletben szignifikánsan nagyobb a gyomok faj- és magszáma, míg a vár-hegyi mintákban a kompetitorok és stressztűrők faj- és magszáma a legnagyobb. A gyommagvak száma mindkét területen a felső talajrétegben a legnagyobb (Wilcoxon teszt,  $p < 0,001$ ).

A perzisztenciát vizsgálva elmondható, hogy mindkét terület magkészletében a perzisztens fajok magvai vannak többségben. A síkfőkúti magkészletben nagyszámú hosszútávú perzisztens (46 %) faj magja van jelen, melyek között nagy magsűrűségű a gyom *Chenopodium polyspermum* és az erdei, természetes zavarástűrő *Hypericum perforatum*. A vár-hegyi magkészletben a rövidtávú perzisztens magvak vannak túlsúlyban (94 %), melyek között a legnagyobb magszámú az erdei *Dactylis polygama*.

## A fajok besorolása magkészlet típusokba

Vizsgálataink során összesen 119 lágyszárú fajt mutattunk ki, 76 fajt a lágyszárú vegetációban, 84 lágyszárú fajt a

magkészetben. A magkészet fajai közül 53 faj esetében sikerült magkészettípust megadni, melyek közül 20 faj nem szerepel Csontos (2001) munkájában. A tipizált fajok közül 6 tranziens, 27 rövidtávú perzisztens és 14 hosszútávú perzisztens volt. Hat faj esetében nem egyértelmű a kategorizálás, őket kétféle kategóriába tudtuk sorolni.

# **Herb Layer and Seed Bank of Oak Forests (Síkfőkút Project and Vár-Hill Forest Reserve Area)**

PhD Thesis

Gábor Koncz

## **Aims of the study**

The study of changes in the herb layer of forests has vital importance, due to their quick adaptation features. The herb layer is the most sensible indicator of the forest-structure changes (Aude & Lawesson 1998). It is crucial to assess the composition and density of seed banks in the soil to understand dynamical events and predict the responses of the herb layer to disturbance (Templeton & Levin 1979; Thompson et al. 1997; Matus et al. 2005, Zobel et al. 2007). The seeds in the soil enable the plants to survive unfavourable conditions for germination and establishment (Harper 1977; Bossuyt & Honnay 2008). Furthermore, the seed bank can determine the direction of secondary succession after a disturbance (Pakeman & Small 2005) and can ensure information on the past and predict the future changes (Numata 1979). Thus, studies on forest dynamics and seed bank (e.g. Milberg 1995; Leckie et al. 2000) is in the centre of interest over the last few decades.

We used the vegetation records of the herb layer (1973-2006) of Síkfökút forest and compared it to the present seed bank records (2006) in a Central-European oak forest (*Quercetum petraeae-cerris*). The comparison of the herb layer and seed bank can give further information about the future of the herb layer. We broadened the surveys to the similar stand of oak-sessile oak forest at Vár-hill Forest Reserve Area to provide a spatial replication.

The main questions of our study were the followings:

- To explore the vegetation dynamics of herb layer of the Síkfökút forest between 1973 and 2006.
- What are the cover and the number of species of the herb vegetation?
- How dense is the seed bank of the herb layer? How dense is the seed bank of characteristic forest species?
- What is species composition of the seed bank?
- What is the vertical distribution of the seeds?
- What is the viability of the seeds?
- How similar is the actual and earlier herb vegetation to the seed bank?

## **Introduction**

### **Importance of turkey oak-sessile oak forests**

The turkey oak-sessile oak (*Quercetum petraeae-cerris*) forests are the most widespread forest in our country (Zólyomi 1989, Jakucs 1973, Bölöni 2001). The clearing of shrub layer is general in most of the turkey oak-sessile oak forests; these forests have dense understory herb vegetation. The cover of understory vegetation is lower without clearing of shrub layer as we can experience in Síkfökút (Koncz et al. 2010, 2011). In

the herb layer a strong stress can be caused by the dense shrub layer (Csontos 1996b).

The importance of biodiversity in forests is important as many authors pronounce (Bachmann et al. 1996, Boyle & Boontawee 1995, Standovár 1988, Cserép et al. 1991). The decrease of biodiversity can be resulted among others by the long-term forest management and agricultural using (Paillet 2010a,b). Changes in herb layer can show the long term adaptation processes to the environment and herb layer is sensitive to forest management as well (Standovár 1988, Standovár & Rajkai 1994). The herb layer is a sensible indicator of the natural forest-structure changes and disturbances.

## **Seed bank studies**

In Hungary the seed bank research started in the last century studying agricultural weed seeds (Bencze 1954, Fekete 1975, Hunyadi & Pathy 1976). The first paper about the seed bank of natural vegetation was published by Virágh and Gerencsér (1988). Matus et al. (2005) studied the seed bank of inland dune sandy grassland with a restoration ecological aim as well. There are many studies which examine the seed bank of forests. These studies are particularly important in North-America, where the seed bank has basic importance on the regeneration of woody vegetation after hurricanes (Livingston et al. 1968, Bormann & Likens 1979, Warr et al. 1994, Hanlon et al. 1998). Seed bank of North-American forests in different ages was estimated by Marquis (1975). Schiffman and Johnson (1992) made surveys on different stands of Virginian oak forests. There is wide spectrum of European seed bank researches as well. Augusto et al. (2001) made researches in an oak forest in north-east France. Seed bank of a beech forest was surveyed in Sweden by Staaf et al. (1998); furthermore

seed bank of lime-hornbeam forest stands was studied by Jankowska-Blaszczuk (1998).

The study of forest seed banks started in the 90's in Hungary. Csontos et al. (1996a, 1998a,b) published seed bank studies on dolomite vegetation covered by black pine, and the regeneration ability of these forests was also estimated. Three young turkey oak-sessile oak stands of the Visegrádi Mountain were also studied by Csontos (1996b, 2006).

## **Material and methods**

### **Site description of Síkfőkút forest**

The study site was at Síkfőkút Project Nature Reserve located ca. 6 km NE of town Eger, in the hilly region of North Hungarian Middle Range (ca. 47°90'N; 20°46'E, a.s.l. 320-340 m). The climate is moderately continental with a mean temperature of 9.9°C, the summer half-year is 17.0°C, and the winter is 2.8°C. The mean annual precipitation is between 500-600 mm, the highest amount of precipitation falls in the May-July period. Serious drought events were frequent over the studied period. The 64 ha reserve is vegetated with an even-aged ca. 100 years old xeric oak forest (*Quercetum petraeae-cerris*) (Jakucs 1985). The Síkfőkút oak-forest without human management from the middle of the last century substantially changed. One third of oaks died during the 1980s, but the shrubs immediately filled the new gaps, and several *Acer campestre* overgrew from the shrub layer forming a second canopy level (Kotroczó et al. 2008; Krakomperger et al. 2008).

We studied the herb vegetation of "A" quarter-hectare. Long-term vegetation records of the herb layer (1973-2006) were used. 33 plots of 4 × 4 metres were in the survey. We

examined the herb vegetation of the “D” quarter-hectare in June and July of 2008; there were 50 plots of 4 × 4 metres in the survey.

## **Site description of Vár-hill Forest Reserve Area**

Vár-hill Forest Reserve Area is located in the Bükk Mountain. Its distance from Síkfőkút forest is 4 km. The research area of this forest is on the top of Vár-hill which is near the town of Felsőtárkány. The most characteristic soil types are the rendzina and brown forest soil (Bidló et al. 2004). The more than hundred year old turkey oak-sessile forest area is located on the hillside with southern exposure (Mázsa et al. 2009). The less intensive management of the area caused a more natural forest stand than in Síkfőkút. The examination of herb vegetation was made in July and August of 2008; there were 50 plots of 4 × 4 metres in the survey.

## **The survey of the seed bank**

Seed bank was sampled after natural winter stratification in the same plots in late March of 2006 after snow melt in the “A” quarter-hectare. 6 soil cores were collected in each plot (4 cm diameter, 10 cm depth, 24 869 cm<sup>3</sup> total volume). The samples were divided into two vertical segments (0-5 cm, 5-10 cm). Identical segments drilled from the same plot were pooled. A bulk reduction procedure was applied to reduce sample volume (ter Heerdt et al. 1996). Vegetative organs were retained by washing over a coarse sieve (3.0 mm mesh) while seed-free fine soil components were removed on a 0.2 mm fine mesh. Sample volume was reduced by 65-70 %. Concentrated samples were spread in a maximum 3-4 mm thick layer on

trays, previously filled with 4 cm of normal and 4 cm of steam-sterilized potting soil. Trays were placed under natural light in a greenhouse shaded with Rachel nets from early May to August. Temperature varied typically between 30°C/18°C at day/night. Seedlings were regularly counted, identified then removed (Csapody 1968). Unidentified taxa were transplanted. In early July, when no new seedlings emerged, watering was stopped, dried sample layers were crumbled and turned. In early September watering was re-started and continued till late October. Germination altogether lasted for 37 weeks. Seed rain as contamination was monitored in sample-free control trays filled with sterilized soil.

Seed bank samples were collected in the “D” quarter-hectare and in the Vár-hill Forest Reserve Area in March of 2008. The method was the same as in the “A” quarter-hectare, using 50 -50 plots of 4 x 4 metres size. The total volume of samples was 37 680 cm<sup>3</sup>.

## **Data processing**

We used the Sørensen-index to calculate the similarities between the seed bank and the herb layer. This index is simple and widely used in seed bank studies (McCune & Grace 2002). We grouped the species into 3 categories according to Thompson et al. (1997) and Csontos (2001) for the persistence survey. Species represented less than 12 seeds/m<sup>2</sup> were not categorised. We used three categories. Those species which were present in the vegetation were transient but their seeds were present in the upper (0-5 cm) layer of the soil. Short-term persistent species had the seeds in the upper (0-5 cm) layer but we could register them in the lower (5-10 cm) layer as well. Long-term persistent species had the seeds in the upper and lower layer as well.

The density of upper and lower layer of the seed bank was compared with paired t-test or Wilcoxon test. Average of two independent samples was compared with t-test or Mann-Whitney test. Average of more groups was compared with one-way ANOVA. Similarity of the seed bank and vegetation data was displayed by nonmetric multidimensional scaling (Legendre & Legendre 1998). Differences between years in means of cover and species numbers were tested by RM ANOVA. Grime's C-S-R strategy groups adapted to the Hungarian conditions (Social Behaviour Types, Borhidi 1995), and Raunkiaer life-form strategies were used for the characterization of herbs. SigmaStat 3.1 and R statistical programmes were used for the statistical analyses.

## **Results**

### **Herb layer and seed bank of the Síkfőkút forest "A" quarter-hectare (1973-2006)**

#### **Herb layer**

We registered 53 species in the herb layer of the Síkfőkút forest between 1973 and 2006. In the sample plots the mean cover was 22 % in 1973. It decreased to 6 % parallel with the top oak decay period by 1988, because *Acer campestre* formed a second canopy level. The ecological conditions of the next period did not support the re-development of herb layer. The species composition changed and the cover remained under 8 % till 2006. The mean number of species significantly decreased from 1973 to 1988 (RM-ANOVA,  $p < 0.001$ ). From 1988 to 2006 significant increasing was experienced (RM-ANOVA,  $p < 0.001$ ).

The continuously present characteristic oak-forests species were: *Carex michelii*, *Melica uniflora*, *Lathyrus niger*, *Lathyrus vernus*, *Poa nemoralis*. The cover of perennial herbs (e.g. *Poa nemoralis*, *Melica uniflora*, *Carex* species) decreased. The frequency of *Poa nemoralis* decreased from 1994. The most frequent perennial herb species was the *Melica uniflora* from 1994. The *Carex montana*, *Chrysanthemum corymbosum*, *Dactylis polygama*, *Festuca heterophylla*, *Fragaria vesca* have disappeared since 1988. At the same time nitrophytes were established permanently (*Chelidonium majus*, *Fallopia dumetorum*, *Galium aparine*, *Geranium robertianum*) and they are common since then. In contrast the cover of the stress tolerant, competitor and generalist species has been decreasing continuously since 1982. Altogether 15 species were recorded only at once during the studied period. 10 of these were registered in 2006 such as the *Chenopodium polyspermum*, *Conyza canadensis* and *Stenactis annua*.

Considering Social Behaviour Types the species number of generalists (e.g. *Carex michelii*, *Dactylis polygama*, *Galium schultesii*) and disturbance tolerants (e.g. *Carex muricata*, *Hypericum perforatum*, *Veronica chamaedrys*) were the highest between 1973 and 2006. The number of natural competitor species (e.g. *Festuca heterophylla*, *Melica uniflora*, *Poa nemoralis*) reduced by 2006. From 1988 some weeds appeared and the *Galium aparine* and *Lactuca serriola* is present continuously.

The relative proportion of weeds from species number in 2006 was 23 %, but the species number of generalists and natural competitors were the highest (43 %). The number of disturbance tolerant species was high in 1988 (19-21 %), it increased to 34 % by 2006. The cover of generalists and natural competitors was the highest (55-85 %) at the beginning, but it decreased to 28 % by 2006. Parallel with it the cover of weeds

increased above 40 % by 2006, the cover of *Chelidonium majus* and *Galium aparine* was significant. The cover of disturbance tolerants increased from 2 % to 30 % by 1988, primarily owing to the *Alliaria petiolata*, *Fallopia dumetorum* és *Geranium robertianum* species.

The annual Life-Form was important, because the weed species generally belong to annuals. We can conclude that from the annuals only the *Lapsana communis* was present with a 4 % relative proportion between 1973 and 1988. From 1988 the *Fallopia dumetorum*, *Galium aparine*, *Geranium robertianum* appeared in the herb layer and the relative proportion of annuals would be 17 % by 2006. The changes in cover were more significant. The relative proportion from cover increased from 0.4 % to 30 % between 1973 and 1988. It increased to 40 % by 2006 which is equal with the relative proportion of hemicryptophytes.

### **The seed bank**

From the seed bank of Síkfökút “A” quarter-hectare 314 individuals of 33 species were germinated. The seed density was 1258 seeds/m<sup>2</sup>. The 10 most frequent species were present with 81 and 11 seeds. These made 80 % of the seed bank from which the *Ajuga reptans*, *Carex muricata*, *Poa nemoralis* and *Veronica chamaedrys* were characteristic forest species. From the disturbance tolerant species the *Hypericum perforatum* had dense seed bank (104 seeds/m<sup>2</sup>). The weed *Chenopodium polyspermum* had the biggest seed bank (326 seeds/ m<sup>2</sup>). Among the characteristic oak-forest species the *Poa nemoralis* (64 seeds/m<sup>2</sup>) and the *Carex muricata* (124 seeds/m<sup>2</sup>) had the biggest seed banks. The number of species and individuals decreased significantly according to the depth (Wilcoxon test,  $p < 0.05$ ). There were 175 seeds in the upper (0-5 cm) and 139 in the lower (5-10 cm) layer, 44 % of

the total seed number was found in the lower layer. Most of the registered species had no significant seed bank.

There were 12 species which were not categorized into persistence categories due to their low seed density. The 43 % of the herb layer formed seed bank in 2006. The *Carex michelii* was only transient. Most of the species were short-term persistent, the 39 % of seeds were in this category (11 species). Only 7 species belonged to the long-term persistent category, but they formed the 54 % of the total seed bank. 32 % of the forest species in Síkfökút belonged to the short-term and long-term persistent category. The *Chenopodium polyspermum* formed the 48% of the long-term persistent category.

According to Social Behaviour Types the 64 % of species were ruderals, 30 % were natural competitors and 34 % were weed. The proportion of ruderals from seed density was 78 % from which 36 % was disturbance tolerant (e.g. *Hypericum perforatum*, *Stellaria media*), the other 42 % was weed (e.g. *Chenopodium album*, *Ch. polyspermum*). According to Life-Form strategies the rest of annuals were under 15 % as species number as seed density. The proportion of hemicryptophytes (e.g. *Carex* species, *Poa nemoralis*) was the highest from species number, their proportion from seed density was about 30 %.

### **Comparison of herb layer and seed bank**

In the herb layer and in the seed bank of Síkfökút forest “A” quarter-hectare was altogether 53 species detected in 2006. Among them 20 species were found exclusively in the vegetation, while 18 species only in the seed bank. There were 15 species both in the vegetation and in the seed bank. Among the only vegetation registered species the *Chenopodium album* (60 seeds/m<sup>2</sup>) and the *Typha angustifolia* (76 seeds/m<sup>2</sup>) had the biggest seed bank. The Sørensen similarity was 44%. We

counted the similarity of the past years and it appeared that the seed bank was the most similar to the vegetation of 1973 (38%). It was less similar to the vegetation of 2000 (20%).

According to our results the following characteristic oak-forest species were present with higher cover values in the vegetation but they did not form seed bank: *Melica nutans*, *Polygonatum latifolium*, *Stachys sylvatica*, *Viola hirta*. At the same time the *Festuca heterophylla* and the *Fragaria vesca* disappeared from the herb layer of the forest but we detected a few seeds in the seed bank. From the frequent weed species the *Chelidonium majus* and the *Geranium robertianum* had no seed bank.

## **Herb vegetation and seed bank of the “D” quarter-hectare of Síkfökút forest (2008)**

### **Herb layer**

We registered 27 herb species in the “D” quarter-hectare of Síkfökút forest. The mean number of species was 3; the mean cover was 10 %. Species with the highest cover were the weed *Galium aparine* (7.7 %) and the disturbance tolerant *Myosoton aquatica* (0.4 %). The mean cover of characteristic forest species was low (e.g. *Melica uniflora* 0.3 %, *Geum urbanum* 0.2 %, *Viola sylvestris* 0.1 %). The 44 % of species was hemicryptophyte and geophyte which belonged to the generalists.

### **Seed bank**

From the samples of Síkfökút “D” quarter-hectare 728 individuals of 58 species germinated. The seed density was 1932 seeds/m<sup>2</sup>. From the forest species the *Carex muricata*, the *Poa nemoralis* and the *Veronica chamaedrys* had more than

30 seeds/m<sup>2</sup>. The number of species and individuals decreased significantly according to the depth (Wilcoxon test,  $p < 0.05$ ). In the upper (0-5 cm) layer there were 407 seeds and in the lower layer (5-10 cm) there were 321 seeds, the 44% of total seed number can be found in the lower layer, similarly to the “A” quarter-hectare. In both layers the weed *Chenopodium polyspermum* (170 seeds/m<sup>2</sup>), the disturbance tolerant *Hypericum perforatum* (547 seeds/m<sup>2</sup>) and the competitor *Typha angustifolia* (237 seeds/m<sup>2</sup>) had the biggest seed bank. 23 % of the seeds were weed seeds and 26 % were competitor and specialist. Because of the dense seed bank of the *Hypericum perforatum* the participation of disturbance tolerant species from the seed bank was 50%. The number of species and seed density of hemicryptophyte and therophyte was the highest.

The 80 % of seed bank was categorized into persistence types, except for 29 species. The *Geum urbanum* was transient. Most of the species belonged to the short-term persistent category (35 % of seeds, 16 species). There were 12 long-term persistent species; they formed 46 % of the seed bank. The disturbance tolerant *Hypericum perforatum* formed the 62 % of the long-term persistent category. The 15 % of persistent seeds were competitors and specialists, the other part of seeds belonged to the ruderals. 53 % of the persistent seeds were characteristic to forests.

### **Comparison of the herb layer and seed bank**

There were 72 species in total in the seed bank and vegetation of Síkfökút “D” quarter-hectare. There were 14 species only in the vegetation, 45 species only in the seed bank, and the number of commonly present species was 13. The value of Sørensen similarity was 30.6%. From the weeds that are frequent in the vegetation the *Galium aparine* and the

*Myosoton aquaticum* are not present in the seed bank. At the same time plants with the highest seed density are not present in the aboveground vegetation such as *Chenopodium album*, *Chenopodium polyspermum*, *Stellaria media*, *Stenactis annua*, *Turritis glabra*, *Typha angustifolia*. The *Veronica chamaedrys* (90 seeds/m<sup>2</sup>) and the *Poa nemoralis* (50 seeds/m<sup>2</sup>) which are characteristic in oak forests had a dense seed bank but their cover is low in the vegetation.

According to the Social Behaviour Types the natural pioneer (*Vicia lathyroides*), aggressive competitor (*Conyza canadensis*, *Digitaria sanguinalis*, *Stenactis annua*) and the adventive (*Euphorbia maculata*) categories were present only in the seed bank. The weeds were more frequent in the aboveground vegetation as a result of the *Galium aparine*. The *Typha angustifolia* had 237 seeds/m<sup>2</sup> seed density that is the fact that the natural competitors are more frequent in the seed bank.

The Life-Form of chamaephyta (*Euphorbia maculata*, *Veronica prostrata*), hydato-heliophyta (*Typha angustifolia*), therophyta-hemitherophyta (pl. *Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris*), therophyta-hemicryptophyta (*Moehringia trinervia*) was observed only in the seed bank.

## **Herb layer and seed bank of Vár-hill Forest Reserve (2008)**

### **Herb layer**

The herb layer of Vár-hill Forest Reserve Area consisted of 41 species. The average number of species was 7 and the mean cover was 49 %. The *Melica uniflora* had the highest cover (29 %). There were only four weeds with 0.4 % mean cover in the herb layer: *Arctium lappa*, *Chrysanthemum corymbosum*,

*Galium aparine*, *Linaria vulgaris*. The cover of the competitor and stress tolerant species was the highest. The natural competitors and generalists had the highest cover (e.g. *Dactylis polygama*, *Galium schultesii*, *Melica uniflora*). The geophytes and hemicryptophytes had the highest cover. The species number of generalists and hemicryptophytes was the highest

### **The seed bank**

From samples of Vár-hill Forest Reserve Area 899 individuals of 41 species germinated. The seed density was 2386 seeds/m<sup>2</sup>. From the characteristic forest species the *Carex muricata*, *Dactylis polygama*, *Poa nemoralis* és a *Veronica chamaedrys* had more than 30 seeds/m<sup>2</sup>. The number of species and individuals decreased significantly according to the depth (Wilcoxon test,  $p < 0.001$ ). In the upper layer (0-5 cm) there were 577, in the lower layer (5-10 cm) there were 322 seeds, the 36 % of the total seed number was in the lower layer. In both layers the generalist *Dactylis polygama* (555 seeds/m<sup>2</sup>), the disturbance tolerant *Hypericum perforatum* (138 seeds/m<sup>2</sup>), the *Moehringia trinervia* (239 seeds/m<sup>2</sup>), the *Urtica dioica* (284 seeds/m<sup>2</sup>) and the competitor *Typha angustifolia* (112 seeds/m<sup>2</sup>) were the most frequent.

Most of the seeds were ruderals. The proportion of hemicryptophytes was the highest from Life Form. 98 % of species was categorized into persistence categories. There were 5 transient species. 94 % of the seeds (20 species) were short-term persistent. There were only 4 long-term persistent species. The 40 % of short-term and long-term persistent seeds belonged to the competitors and stress-tolerants, the remainder seeds belonged to the ruderals. The 67 % of persistent seed bank was composed by seeds of forest species.

### **Comparison of herb layer and seed bank**

There were 65 species in the vegetation and in the seed bank. There were 22 species only in the vegetation and 25 species only in the seed bank and 18 commonly present species. The Sørensen similarity was 43.4 %. The most frequent species in the seed bank was the *Dactylis polygama* (555 seeds/m<sup>2</sup>). Species with the highest seed density were not present in the aboveground vegetation such as *Hypericum perforatum*, *Stellaria media*, *Stenactis annua*, *Typha angustifolia*, *Urtica dioica*.

The specialist *Buglossoides purpureo-coerulea*, *Carex montana* and *Iris graminea* were present only in the herb layer, however the aggressive competitor *Conyza canadensis*, *Digitalis sanguinalis*, *Stenactis annua* and ruderal competitor *Calamagrostis epigeios*, *Chenopodium album*, *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale* were present in the seed bank. The hemicryptophyte-geophyte *Melica uniflora* and *Melica nutans*, the hemitherophyte *Arctium lappa* were present in the herb layer, the hemocryptophyte-chamaephyte *Veronica chamaedrys* and the hydato-heliophyte *Typha angustifolia* were present only in the seed bank.

## **Comparison of herb layer and seed bank of the Síkfókút forest “D” quarter-hectare and the Vár-hill Forest Reserve Area**

### **Herb vegetation**

The cover and species number was significantly higher on the Vár-hill Forest Reserve Area. We found 51 herb species in total in the two forests. The number of common species was 17. Only on Vár-hill we registered 24 species and exclusively in Síkfókút we found 10. The similarity between the vegetation of two areas was 50 %. The herb layer of Vár-hill consisted of

competitor and stress-tolerant forest species (e.g. *Clinopodium vulgare*, *Melica uniflora*, *Stachys sylvatica*) while in the forest of Síkfökút the disturbance tolerant species and the weeds had the highest cover.

### **Seed bank**

We registered seeds of 73 species in the soil of the two forests. The number of species in both areas was 28. 15 species germinated only from the Vár-hill samples, and there were seeds of 30 species only in Síkfökút samples. The similarity between the seed bank of the two areas is 55.4 %. The seed density of Síkfökút was 1932 seeds/m<sup>2</sup> and 2386 seeds/m<sup>2</sup> of Vár-hill.

There were not significant differences in seed density and in species number. The seed density and number of weed species was significantly higher in the seed bank of Síkfökút. The seed density and number of competitors and stress tolerant species was much higher on Vár-hill. The number of weed seeds was higher in the upper layer of the soil in both areas (Wilcoxon test,  $p < 0.001$ ).

Persistent seeds were in majority in the seed bank of both areas. 46 % of the seed bank of Síkfökút composed by long-term persistent seeds, among them the weed *Chenopodium polyspermum* and the forest-living natural disturbance tolerant *Hypericum perforatum* was the most frequent. The seed bank of Vár-hill consists of more short-term persistent seeds (94 %); among them the characteristic forest species *Dactylis polygama* has the highest seed number.

### **Classification of species into seed bank types**

During our examinations in the aboveground vegetation and in the seed bank 119 herb species were detected in total,

76 were in the aboveground vegetation and 84 in the seed bank. 53 species were classified into seed bank-type, from which 20 species are not in the work of Csontos (2001). From the typed species 6 were transient, 27 were short-term persistent and 14 were long-term persistent. In case of 6 species 2 categories were given.

## Irodalomjegyzék / References

- Aude E., Lawesson J.E. (1998) Vegetation in Danish beech forests: the importance of soil, microclimate and management factors, evaluated by variation partitioning. *Plant Ecology* 134: 53-65.
- Augusto L., Dupouey J.L., Picard J.F. and Ranger J. (2001) Potential contribution of the seed bank in coniferous plantations to the restoration of native deciduous forest vegetation. *Acta Oecologica*. 22: 87-98.
- Bachmann P., Kuusela K., Uuttera J. (eds.) (1996) Assessment of Biodiversity for Improved Forest Management. EFI Proceedings No. 6. European Forest Institute. Joensuu.
- Bencze J. (1954) Iregszemcse, Pusztapó, Bánkút mezőségi talajainak gyommag fertőzöttsége. *Agrártud. Egy. Agronómiai Kar Kiadványai*. 1, (3): 3-30.
- Bidló A., Gucsik A., Heil B., Illés G., Juhász P., Kovács G., Varga, Zs. (2004) Termőhelyfeltárás a Vár-hegy erdőrezervátum területén. – *Kézirat, kutatási jelentés. ER Archívum 2004/D-006/1-2, KvVM – MTA ÖBKI*.
- Bormann F.H., Likens G.E. (1979) Pattern and Process in a Forested Ecosystem. Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin 108-115.
- Bossuyt B., Honnay O. (2008) Can the seed bank be used for ecological restoration? An overview of seed bank characteristics in European communities. *Journal of Vegetation Science* 19: 875-884.
- Boyle T.J.B., Boontawee B. (eds.) (1995) Measuring and Monitoring Biodiversity in Tropical Temperate Forests. Proceedings of a IUFRO Symposium held at Chiang Mai. Thailand.
- Böloni J. (2001) Főbb erdőtársulás-csoportok részaránya az Országos Erdőrezervátum-hálózatban. In Borhidi A. (szerk.): *Az erdőrezervátum-kutatás eredményei* 1: 45-52.
- Borhidi A. (1995) Social behaviour types, their naturalness and relative ecological indicator values of the higher plants of the Hungarian Flora. *Acta Botanica Hungarica* 39: 97-182.
- Csapody V. (1968) *Keimlingsbestimmungsbuch der Dicotyledonen*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

- Cserép Sz., Standovár T., Vanicsek L. (1991) Tree seedling composition as a function of site quality indicated by herbaceous species in a sessile oak stand. *Vegetatio* 95: 71-85.
- Csontos P., A. Horánszky T. Kalapos, Lőkös L. (1996a) Seed bank of *Pinus nigra* plantations in dolomite rock grassland habitats, and its implications for restoring grassland vegetation. *Ann. Hist.-Nat. Mus. Natn. Hung.* 88: 69-77.
- Csontos P. (1996b) Az aljnövényzet változásai cseres-tölgyes erdők regenerációs szukcessziójában. *Synbiologia Hungarica* 2(2), Scientia Kiadó, Budapest.
- Csontos P. (1997) A magbank-ökológia alapjai: definíciók és mintavételi kérdések. *Természetvédelmi Közlemények* 5-6: 17-26.
- Csontos P. (1998a) Seed bank behavior of *Verbascum* L. species. *Studia Botanica Hungarica* 27-28, 117-121.
- Csontos P., Tamás J., Kalapos T. (1998b) Soil seed bank and vegetation recovery on dolomite hills in Hungary. *Acta Botanica Hungarica* 40(1-2).
- Csontos P. (2001) A természetes magbank kutatásának módszerei. *Synbiologia Hungarica* 4.
- Csontos P. (2006) A magbank-ökológia alapjai, a hazai flóra magökológiai vizsgálata. [Fundamentals of seed bank ecology, the seed ecological study of the Hungarian flora; in Hungarian] D.Sc. Dissertation, MTA Kézirattár, Budapest.
- Csontos P. (2010) A természetes magbank, valamint a hazai flóra magökológiai vizsgálatának új eredményei. [Some new results improving the knowledge of the natural soil seed banks of the Hungarian flora.] *Kanitzia* 17: 77-110.
- Fekete G. (1974) Tölgyesek relatív megvilágítása és gyepszint-fajainak eloszlása. *Studia Botanica Hungarica* 9: 87-96.
- Grime J.P. (1979) *Plant strategies and vegetation processes*. J. Wiley & Sons, Chichester.
- Halassy M. (2001) Possible role of the seed bank in the restoration of open sand grasslands in old fields. *Community Ecology* 2: 101-108.

- Hanlon T.J., Williams C.E., Moriarity W.J. (1998) Species composition of soil seed banks of Allegheny Plateau riparian forests. *Journal of Torrey Botanical Society* 125: 199-215.
- Hopfensperger K. (2007) A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos* 116: 1438-1448.
- Horváth F., Mázsa K., Temesi G. (2001) Az erdőrezervátum-program. In Borhidi A. (szerk.): *Az erdőrezervátum-kutatás eredményei* 1: 5-20.
- Hunyadi K., Pathy Zs. (1976) Keszthely környéki rétláp talajok gyommag fertőzöttsége. *Növényvédelem* 12(9): 391-396.
- Jakucs P. (1973) „Síkfőkút Project”. Egy tölgyes ökoszisztéma környezetbiológiai kutatása a bioszféra-program keretén belül. (Environmental-biological research of an oak forest ecosystem within the framework of the biosphere program). - *MTA Biol. Oszt. Közl.* 16: 11-25.
- Jakucs P. (szerk.) (1985) *Results of „Síkfőkút Project”*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Jankowska-Blaszczuk M., Kwiatkowska A.J., Panufnik D (1988) The size and diversity of soil seed banks and the light requirements of the species in sunny and shady natural communities of the Bialowieza Primavel Forest. *Plant Ecology* 136: 105-118.
- Kemény G. (2002) *Talajmagkészlet vizsgálatok egy mészkedvelő homokpusztagyepben*. Doktori disszertáció, Gödöllő.
- Kemény G., Nagy Z., Tuba Z. (2003) Application of nested samples to study the soil seed bank in semiarid sandy grassland. *Acta Botanica Hungarica* 45(1-2): 127-137
- Koncz G., Papp M., Török P., Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Matus G., Tóthmérész B. (2010) The role of seed bank in the dynamics of understory in a turkey-sessile oak forest in Hungary. *Acta Biologica Hungarica* 61(Suppl.): 109-119.
- Koncz G., Török P., Papp M., Matus, G., Tóthmérész B. (2011) Penetration of weeds into the herbaceous understory and soil seed bank of a Tukey oak-sessile oak forest in Hungary. *Community Ecology* 12(2): 227-233.
- Kotroczó Zs., Fekete I., Tóth J. A., Tóthmérész B., Balázs S. (2008) Effect of leaf- and root-litter manipulation for carbon-dioxide efflux in forest soil. *Cereal Research Communications* 36: 663-666.

- Kozma D. (1922) Gyommagvak a talajban. Kísérletügyi közlemények 25: 244-322.
- Krakomperger Zs., Tóth J.A., Varga Cs., Tóthmérész B. (2008) The effect of litter input on soil enzyme activity in an oak forest. *Cereal Research Communications* 36: 322-326.
- Leckie S., Vellend M., Bell G., Waterway M.J., Lechowicz M.J. (2000) The seed bank in an oldgrowth, temperate deciduous forest. *Canadian Journal of Botany* 78: 181-192.
- Legendre P., Legendre L. (1998) *Numerical Ecology*. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.
- Livingston R.B., Allesio M.L. (1968) Buried viable seed in successional field and forest stands, Harvard forest, Massachusetts. *Bulletin of Torrey Botanical Club* 95: 58-69.
- Marquis D.A. (1975) Seed storage and germination under northern hardwood forests. *Canadian Journal of Forest Research* 5: 478-484
- Mayer A. (1974) A cseres-tölgyesek fatermési és erdőművelési vonatkozásai a „Síkfőkút Project” faállományának elemzése alapján (Silvicultural and timbering aspects of mixed turkey- and sessile oak forests on the basis of analysis of the stand „Síkfőkút Project”). *Erd. és Faip. Egy. Tud. Közlem.* 51-63.
- Matus G., Tóthmérész B., Papp M. (2003) Restoration prospects of abandoned species-rich sandy grassland in Hungary. *Applied Vegetation Science* 6: 169-178.
- Matus G., Papp M., Tóthmérész B. (2005) Impact of management change on vegetation dynamics and seed bank formation an inland dune grassland in Hungary. *Flora* 200: 296-306.
- Mázsa K., Horvát F. (2002) Az erdőrezervátum kutatási program In: Fekete G. (szerk): *A Magyar Tudományos Akadémia Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete 50 éve (1952-2002)* 125-132.
- Mázsa K., Horváth F., Balázs B., Bölöni J., Aszalós R. (2009) A felsőtárkányi Vár-hegy erdőrezervátum faállományának korosztály viszonyai erdőtörténeti összefüggésben. *Természetvédelmi Közlemények* 15: 347-357.
- McCune B., Grace J.B. (2002) *Analysis of ecological communities. MjM Software Design*.

- Miglécz T., Tóth K. (2012) Lokális talajmagbank szerepe löszgyepek helyreállításában. *Természetvédelmi Közlemények* 18: 370-382.
- Numata M. (1979) Facts, Causal Analyses, and Theoretical Considerations on Plant Succession. *Vegetation und Landschaft Japans* 16: 71-91.
- Paillet Y, Berges L, Hjältén J, Ódor P, Avon C, Bernhardt-Römermann M, Bijlsma R-J, De Bruyn L, Fuhr M, Grandin U, Kanka R, Lundin L, Luque S, Magura T, Matesanz S, Mészáros I, Sebastia M-T, Schmidt W, Standovár T, Tóthmérész B, Uotila A, Valladares F, Vellak K, Virtanen R (2010a) Compromises in Data Selection in a Meta-Analysis of Biodiversity in Managed and Unmanaged Forests: Response to Halme et al. *Conservation Biology* 24(4): 1157-1160.
- Paillet Y., Berges L., Hjältén J., Ódor P., Avon C. Bernhardt-Römermann, M., Bijlsma R-J., De Bruyn, L., Fuhr, M., Grandin U., Kanka R., Lundin L., Luque S., Magura T., Matesanz S., Mészáros I., Sebastia M-T., Schmidt W., Standovár T., Tóthmérész B., Uotila A., Valladares F., Vellak K., Virtanen R. (2010b) Does biodiversity differ between managed and unmanaged forests? A meta-analysis on species richness in Europe. *Conservation Biology* 24(1): 101-112.
- Pakeman R.J., Small J.L. (2005) The role of the seed bank, seed rain and the timing of disturbance in gap generation. *Journal of Vegetation Science* 16: 121-130.
- Papp M., Jakucs P. (1976) Phytozönológische Charakterisierung des Quercetum petraeae-cerris Waldes des Forschungsgebists „Sikfőkút Project” und seiner Umgebung. *Acta Biologica Debrecina* 13: 109-119.
- Pickett S.T.A., McDonnell M.J. (1989) Seed bank dynamics in temperate deciduous forest. – In: Leck, M. A., Parker, V. T., Simpson, R. L. (eds) *Ecology of Soil Seed Banks*. Academic Press, Inc., London 123-145.
- Schermann Sz. (1967) *Magismeret I-II*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Schiffman P., Johnson W.C. (1992) Sparse buried seed bank in a Southern Appalachian oak forest: Implication for succession. *American Midland Naturalist* 127: 258-267.
- Simkó H., Csontos P.(2009) Fehér akác és tővises lepényfa magbankjának vizsgálata budapesti parkok talajában. *Tájökológiai Lapok* 7(1): 269-278.
- Simon T. (2000) *A magyarországi edényes flóra határozója*. Nemzeti Tankönyvkiadó. Budapest.

- Sokal R.R., Rohlf F.J. (1995) Biometry. Freeman, New York, USA.
- Staaf H., Jonsson, M., Olsen, L.G. (1987) Buried germinative seeds in mature beech forests with different herbaceous vegetation and soil types. *Holarctic Ecology* 10: 268-277.
- Standovár T. (1988) Vegetation pattern in a Sessile Oak (*Quercus petraea*) stand. *Abstracta Botanica* 12: 189-206.
- Standovár T., Rajkai K. (1994) Herbs as soil moisture indicators within a sessile oak stand. *Abstracta Botanica* 182: 71-78
- Stefanovits P. (1985) Soil conditions of the forest. In: Jakucs P. (ed.) Ecology of an Oak Forest in Hungary. Results of „Síkfőkút Project” I. Akadémiai Kiadó, Budapest 50-57.
- Templeton A.R., Levin D.A. (1979) Evolutionary consequence of seed pools. *American Naturalist* 114: 232-249.
- ter Heerdt G.N.J., Verweij G.L., Bekker R.M., Bakker J.P. (1996) An improved method for seed bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology* 10: 144-151.
- Thompson K., Grime J.P. (1979) Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67: 893-921.
- Thompson K., Bakker J.P., Bekker R.M. (1997) The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University Press, Cambridge.
- Valkó O., Török P., Vida E., Arany I., Tóthmérész B., Matus G. (2009) A magkészlet szerepe két hegyi kaszálórét közösség helyreállításában. *Természetvédelmi Közlemények* 15: 147-159.
- Török P., Matus G., Papp M., Tóthmérész B. (2009) Seed bank and vegetation development of sandy grasslands after goose breeding. *Folia Geobotanica* 44: 31-46.
- Török P., Miglécz T., Valkó O., Kelemen A., Deák B., Lengyel Sz., Tóthmérész B. (2012) Recovery of native grass biodiversity by sowing on former croplands: Is weed suppression a feasible goal for grassland restoration? *Journal for Nature Conservation* 20: 41-48.
- Valkó O., Török P., Tóthmérész B., Matus G. (2011) Restoration Potential in Seed Banks of Acidic Fen and Dry-Mesophilous Meadows: Can

- Restoration Be Based on Local Seed Banks? *Restoration Ecology* 19(101): 9-15.
- Virágh K., Gerencsér L. (1988) Seed bank in the soil and its role during secondary successions induced some herbicides in a perennial grassland community. *Acta Botanica Hungarica* 34: 77-122.
- Warr J.S., Kent M., Thompson K. (1994) Seed bank composition and variability in five woodlands in southwest England. *Journal of Biogeography* 21: 151-168.
- Williams E.D. (1984) Changes during 3 years in the size and the composition of the seed bank beneath a long-term pasture as influenced by defoliation and fertilizer regime. *Journal of Applied Ecology* 21: 603-615.
- Zobel M., Kalamees R., Püssa K., Roosaluste E., Moora M. (2007) Soil seed bank and vegetation in mixed coniferous forest stands with different disturbance regimes. *Forest Ecology and Management* 250: 71-76.
- Zólyomi B. (1989) Természetes növénytakaró. In: Pécsi M. (szerk.) Magyarország nemzeti atlasza. Kartográfiai vállalat, Budapest.

## **Koncz Gábor tudományos tevékenységének jegyzéke**

### **1. Az értekezés témakörében megjelent szakcikkek jegyzéke**

**Koncz G.**, Török P., Papp M., Matus G., Tóthmérész B. (2011): Penetration of weeds into the herbaceous understorey and soil seed bank of a Turkey oak-sessile oak forest in Hungary. *Community Ecology* 12(2): 227-233.

**Koncz G.**, Papp M., Török P., Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Matus G., Tóthmérész B. (2010): The role of seed bank in the dynamics of understory in a turkey-sessile oak forest in Hungary. *Acta Biologica Hungarica* 61(Suppl.): 109-119.

Papp M., **Koncz G.**, Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Schellenberger J., Tóth J. A. (2009): Egy cseres-tölgyes lágyszárú növényzetének válasza avarmanipulációra. *Természetvédelmi Közlemények* 15: 316-327.

**Koncz G.**, Papp M., Török P., Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Matus G. (2009): Magkészlet szerepe a lágyszárú szint regenerálásában: egy észak-magyarországi cseres-tölgyes állomány (Síkfőkút, Bükk-hg.) talajának magkészlete. *Természetvédelmi Közlemények* 15: 316-327.

Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., **Koncz G.**, Papp M., R.D. Bowden, Tóth J.A. (2007): Egy cseres-tölgyes erdő fafajösszetételének és struktúrájának hosszú távú változása (Síkfőkút Project). *Természetvédelmi Közlemények* 13: 93-100

### **2. Egyéb szakcikkek**

M-Hamvas M., Papp M., Máthé Cs., Jámbrik K., **Koncz G.** (2006): Endodermisz- vagy Phi-sejtek? *XII. Magyar Növényanatómiai Szimpózium Sárkány Sándor emlékére* 49-54.

Tóth J. A., Krakomperger Zs., Kotroczó Zs., **Koncz G.**, Veres Zs., Papp M., (2008): A klímaváltozás hatása a Síkfőkúti cseres-tölgyes avarprodukcijára és talajdinamikai folyamataira. *Talajvédelem Különszám* 543-554.

Jámbrik K., Mikóné Hamvas M., Máthé Cs., Beyer D., Bácsi I., **Koncz G.**, Tóth Sz., Surányi Gy., Borbély Gy. (2008): Vízinövények cilindrospermopszinnal szembeni érzékenységeinek vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny* 89(6): 122-125

Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Veres Zs., Vasenszki T., L. Halász J., **Koncz G.**, Papp M., Tóthmérész B., Tóth J.A. (2009): Talajlégzés vizsgálatok hosszú-távú avarmanipulációs modellkísérletekben. *Természetvédelmi Közlemények* 15: 328-337.

Kotroczó, Zs., **G. Koncz**, J. L. Halász, I. Fekete, Zs. Krakomperger, M. D. Tóth, S. Balázs, J. A. Tóth (2009): Litter decomposition intensity and soil organic matter accumulation in síkfőkút DIRT site. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 56(Suppl.): 53-54.

### **3. Az értekezés témakörében bemutatott előadások és poszterek**

**Koncz G.**, Papp M., Matus G., Török P., Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Tóthmérész B. (2008): Egy észak-

magyarországi cseres-tölgyes erdő magkészlete és struktúrájának változása 1973 óta. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében VIII., Gödöllő, *Kitaibelia* 13: 112.

**Koncz G.**, Papp M., Török P., Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Matus G., Tóthmérész B. (2009): Herb vegetation and seed bank study in the Síkfőút Forest. DAB Mikrobiális Ökológiai Bizottság nemzetközi tudományos ülése. Debrecen 2009. július 6-7.

Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., **Koncz G.**, Papp M., R.D. Bowden, Tóth J.A. (2005): Egy cseres-tölgyes erdő fafaj összetételének és struktúrájának hosszú-távú változása (Síkfőkút Project). III. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia "Az élőhelyek védelmében" Eger, 2005. november 3-6.

Papp M., Koncz G., Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Matus G., Tóth J.A. (2006): Cseres-tölgyes erdő lágyszárú szintjének hosszútávú vizsgálata. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében VII., Debrecen, *Kitaibelia* 11: 71

**Koncz G.**, Papp M., Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Matus G., Tóth J.A. (2006): A lágyszárú magkészlet szerepe cseres-tölgyes erdőben. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest 2006. szept. 4-6., Absztrakt kötet: 109.

Krakomperger Zs., Kotroczó Zs., **Koncz G.**, Papp M., Veres Zs., Tóthmérész B., Tóth J.A. (2008): Egy cseres-tölgyes erdő fa-megújulási dinamikájának vizsgálata. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia. Nyíregyháza, 2008. november 6-9.

Papp M., **Koncz G.**, Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Tóth J.A. (2008): Egy cseres-tölgyes lágyszárú növényzetének válasza avarmanipulációra. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia. Nyíregyháza, 2008. november 6-9.

**Koncz G.**, Papp M., Matus G., Török Péter., Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Tóthmérész B. (2008): Milyen egy cseres-tölgyes erdő "emlékezete": magkészlet vizsgálatok a Síkfőkút Projektben. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia. Nyíregyháza, 2008. november 6-9.

**Koncz G.**, Papp M., Török P., Kotroczó Zs., Tóthmérész B. (2009): Erdőszegély növényzetének és magbankjának hatása egy cseres-tölgyes erdő lágyszárú szintjére. VI. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium. Budapest, 2009. november 12-13.

#### **4. Egyéb előadások, poszterek**

M-Hamvas M., Papp M., Máthé Cs., Jámbrik K., **Koncz G.** (2006): Endodermisz- vagy Phi-sejtek? XII. Magyar Növényanatómiai Szimpózium Sárkány Sándor emlékére. Budapest 2006. június 22-23.

Tóth J. A., Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Lukács J., Fekete I., Papp M., **Koncz G.** (2006): Interkontinentális hosszú-távú avarmanipulációs terepkísérlet a talaj szervesanyag-bomlás vizsgálatára. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest 2006. szept. 4-6., Absztrakt kötet: 207.

Tóth J. A., Krakomperger Zs., Kotroczó Zs., **Koncz G.**, Veres Zs., Papp M. (2008): A klímaváltozás hatása a Síkfőkúti cseres-tölgyes avarprodukcijára és talajdinamikai

folymataira. Talajtani Vándorgyűlés. Nyíregyháza, 2008. május 28-29.

Kotroczó, Zs., **G. Koncz**, J. L. Halász, I. Fekete, Zs. Krakomperger, M. D. Tóth, S. Balázsy, J. A. Tóth. (2008): Litter decomposition intensity and soil organic matter accumulation in Síkfőkút DIRT site. Magyar Mikrobiológiai Társaság Nagygyűlése. Keszthely, 2008. október 15-17.

Krakomperger Zs., Kotroczó Zs., Fekete I., Veres Zs., **Koncz G.**, Papp M., Tóth J. A. (2006): Talajenzim-aktivitás mérési eredmények a Síkfőkút DIRT Project keretében. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest 2006. szept. 4-6., Absztrakt kötet: 123.

Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Lukács J., Veres Zs., **Koncz G.**, Papp M., Fekete I., Tóth J. A. (2006): Erdőtalaj szerves széntartalmának dinamikája különböző avarinputok hatására. 7. Magyar Ökológus Kongresszus, Budapest 2006. szept. 4-6., Absztrakt kötet: 111.

Vasenszki, T., Zs. Veres, Zs. Kotroczó, **G. Koncz**, Zs. Krakomperger, S. Balázsy, J. A. Tóth. (2008): The effect of different litter input on soil respiration in an oak forest. Magyar Mikrobiológiai Társaság Nagygyűlése. Keszthely, 2008. október 15-17.

Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Veres Zs., Vasenszki T., L. Halász J., Koncz G., Papp M., Tóthmérész B., Tóth J.A. (2008): Talajlégzés vizsgálatok hosszú-távú avarmanipulációs modellkísérletekben. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia. 2008. november 6-9., Nyíregyháza

Kotroczó Zs., Fekete I., L. Halász J., Varga Cs., **Koncz G.**, Veres Zs., Tóthmérész B., Tóth J. A. (2009): Az avar mennyiségének változása és hatása a talaj szerves anyag tartalmára barna erdőtalajon. Magyar Ökológus kongresszus, Szeged, 2009. augusztus 26-28. Absztrakt kötet: 117.

Vasenszki T., Kotroczó Zs., Veres Zs., **Koncz G.**, Krakomperger Zs., Papp M., Tóth J. A. (2009): A talaj szerves anyag vizsgálata tartamhatású avarmanipulációs modellkísérletekben. Magyar Ökológus kongresszus, Szeged, 2009. augusztus 26-28. Absztrakt kötet: 232.

Kotroczó, Zs., **G. Koncz**, J. L. Halász, I. Fekete, Zs. Krakomperger, M. D. Tóth, S. Balázsy, J. A. Tóth (2009): Litter decomposition intensity and soil organic matter accumulation in síkfőkút DIRT site. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 56(Suppl.): 53-54.

Vasenszki, T., Zs. Veres, Zs. Kotroczó, **G. Koncz**, Zs. Krakomperger, S. Balázsy, J. A. Tóth (2009): The effect of different litter input on soil respiration in an oak forest. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* 56(Suppl.): 107.

Kotroczó Zs., Krakomperger Zs., Papp M., **Koncz G.**, Veres Zs., Fekete I., Vasenszki T., Tóth J. A. (2009): A klímaváltozás hatása a síkfőkúti cseres-tölgyes avarprodukcijára és faállományának felújulására. VI. Erdő és Klíma Konferencia. Nagyatád, 2009. október 8-10.