

## A domináns pázsitfűfaj felületésén alapuló gyeprekonstrukciós módszer eredményei löszparlagon

GULLER Zsófia Eszter<sup>1,2\*</sup>, HÁZI Judit<sup>2</sup>, BARTHA Sándor<sup>3</sup>, MOLNÁR Csaba<sup>4</sup>,  
PURGER Dragica<sup>5</sup>, SZABÓ Gábor<sup>6</sup>, ZIMMERMANN Zita<sup>6</sup>, CSATHÓ András István<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Szegedi Tudományegyetem, Ökológiai Tanszék, 6726 Szeged, Közép fasor 52.  
email: [gullerzsofi@gmail.com](mailto:gullerzsofi@gmail.com)

<sup>2</sup>Állatorvostudományi Egyetem, Növényteni Tanszék, 1077 Budapest, Rottenbiller utca 50.

<sup>3</sup>Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet, 2163 Vácrátót, Alkotmány út 2–4.

<sup>4</sup>Független kutató, 3728 Gömörszőlős

<sup>5</sup>Pécsi Tudományegyetem, Gyógyszerésztudományi Kar, Farmakognózi Intézet,  
7624 Pécs, Rókus utca 2.

<sup>6</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztés-tudományi Intézet,  
2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

<sup>7</sup>Független kutató, 5830 Battonya

**Kulcsszavak:** természetvédelmi gyepesítés, felhagyott szántó, löszpusztagyep, *Festuca valesiaca*, vékony csenkesz, másodlagos szukcesszió, élőhely-rekonstrukció

**Összefoglalás:** A gyepterületek kiterjedésének drasztikus csökkenése a hozzájuk kötődő életközösségek összeomlásához vezethet, ezért kiemelten fontos a meglévő állományok megóvása, illetve a specialista fajok és együttesek élőhelyének helyreállítása. Kutatásunkban a megfigyelt, beszántások által leginkább fenyegetett löszgyepvegetáció felületéses rekonstrukciójának eredményeit vizsgáltuk alföldi környezetben, hogy pontosabb képet kapjunk a módszer mezősegi (csernozjom) talajon való alkalmazásáról. Vizsgálatunkat a fokozottan védett battonyai Tompapusztai-löszgyepen (Körös–Maros Nemzeti Park) és közvetlen szomszédságában, egy 2009-ben felhagyott szántóföldi parcellán végeztük. A parlag egy kijelölt részét 2011-ben felületéssel kezelték. A felületéshez kizárólag a Tompapusztai-löszgyepről származó propagulumot használták. A rekonstrukció során legnagyobb mennyiségben az ősi löszpusztagyep domináns pázsitfűfaja, a vékony csenkesz (*Festuca valesiaca*) került elvetésre. Kisebb mennyiségben, szintén az ősgyepről származó, összesen 28 célfajt tartalmazó, különböző arányban összeállított magkeveréket juttattak ki a talajfelszínre. A gyepeképződési folyamatot 4×4 m-es állandó kvadrátok ismételt cönológiai felvételezésével monitoroztuk. 2015-ben, a felületés utáni 4. évben már a *Festuca valesiaca*, vagyis a természetes állapotú löszgyep domináns pázsitfűfaja volt a legnagyobb borítást elérő faj a vetett gyeppen. Ugyanakkor ebben az évben a vegetáció még meglehetősen heterogén volt, illetve még a szukcesszió korai stádiumának jellegzetességét is mutatta. 2020-ban, a felületést követő 9. évre már csökkent a gyomfajok száma, jelentősen nőtt a diverzitás és a célfajok borítása, illetve a vegetáció homogénebbé vált. Azonban a *Festuca valesiaca* referencia-területhez képesti túlzott dominanciája, és számos célfaj jóval alacsonyabb borítása miatt a löszgyepek változatos borításértékekkel jellemezhető struktúrája nem alakult ki. Emellett a felületéssel érintett terület növényzete fajszámában és diverzitásban is szignifikánsan alulmaradt a természetes löszgyephez képest. A felületett gyeppen készített felvételek főkoordináta-analízis alapján is elkülönültek az ősgyepi kvadrátoktól. A löszgyepek rekonstrukciója, azok fajgazdagsága és változatos szerkezete miatt rendkívüli kihívást jelent, az eredeti állapotok megközelítéséhez valószínűleg a vizsgált időszaknál nagyságrenddel hosszabb időtartamra van szükség. A domináns pázsitfűfaj felületésén alapuló módszerrel tíz év alatt habitusában hasonló, azonban vegetációs sajátágaiban még erősen eltérő gyeppet sikerült kialakítani.

## Bevezetés

A gyepközösségek kimagasló természeti, kulturális és gazdasági értékkel rendelkeznek, emellett ökoszisztéma-szolgáltató képességük is jelentős (Sala és Páruelo 1997, Bengtsson et al. 2019). Sok specialista, mára megritkult faj kötődik a fátlan társulásokhoz, a természetközeli állapotban megmaradt és megfelelően használt gyepterületek kis térléptékben vett biodiverzitása pedig világszinten is páratlan (Pärtel et al. 2005, Dengler et al. 2012, Wilson et al. 2012). A gyepközösségek aránya azonban az egész földön csökkenőben van a termőhelyük mezőgazdasági kultúrává alakítása miatt (Hoekstra et al. 2005).

A „természetvédelmi kockázati index” (Conservation Risk Index – CRI) az egyes élőhelytípusoknál az átalakított és a fennmaradt, törvényileg védett állományok kiterjedése közötti különbséget számszerűsíti. Ez a mérőszám az egész Földön a mérsékelt övi füves puszták és a szavannák esetében a legmagasabb (Hoekstra et al. 2005).

Magyarország jelentős része a helyi klimatikus és termőhelyi viszonyok alapján az erdőssztyepp-zónába tartozik (Borhidi 2003). A gyepök összterülete hazánkban az elmúlt másfél évszázadban egyharmaddal csökkent (Illyés et al. 2007). A megmaradt természetes és természetközeli gyepközösségeinket számos tényező veszélyezteti, ezek közül kiemelendő a beszántás, az inváziós fajok terjedése, a cserjésedés, a nem megfelelő kezelés és az éghajlat szárazabbá válása (Molnár et al. 2008, Bölöni et al. 2011).

Különösen kritikus helyzetbe kerültek a löszpuszták, amelyek állományai Magyarországon és világszinten is rendkívül megfogyatkoztak (Zólyomi és Fekete 1994, Illyés et al. 2007, Habel et al. 2013, Tóth és Hüse 2014, Deák et al. 2016). Emellett a fennmaradt löszgyepek igen nagy arányban degradáltak, a hazai állományok közül kevés maradt meg természetes vagy természetközeli állapotban (Illyés et al. 2007, Horváth et al. 2011). További komoly gondot jelent ezen élőhelyfoltok fragmentációja (Csathó 2009, Török et al. 2015). Mindebben nagy szerepe van a löszgyepek beszántásának, mivel a lösz alapkőzetten kialakult mezőségi (csernozjom) talaj kiemelkedő mezőgazdasági értékkel bír (Illyés et al. 2007). A legtöbb fennmaradt hazai löszgyepállomány igen kis kiterjedésű, előfordulásuk leggyakrabban mezsgyékre, kunhalmokra korlátozódik (Csathó 2009, Deák et al. 2016, Wódkiewicz et al. 2016).

A negatív tendenciák fékezésére potenciális megoldást jelenthet a felhagyott szántóföldek visszagyepesítése. A rekonstrukciós projektek megtervezése és kivitelezése előzetes kutatásokat igényel, a helyreállítási módszerek alkalmazhatóságának és eredményességének vizsgálata a természetvédelem fontos feladata (Cramer et al. 2008).

A felülvetés egy széleskörűen elterjedt módszer parlagok gyepesítésére. Az eljárás akkor alkalmazható a legsikeresebben, ha a referencia-terület közel található a rekonstrukciós helyszínhez. A két terület közötti távolság minimalizálásával kiküszöbölhető az esetleges flórahamisítás, illetve lecsökken a régiókhoz kötődő géneváltozatok keveredésének valószínűsége is (Hufford és Mazer 2003, Hölzel et al. 2012, Krauss et al.

2013, Durka et al. 2017, Molnár 2020). A két terület közötti minimális távolság választása továbbá a rekonstrukció sikerét is növeli (Sackville Hamilton 2001, Walker et al. 2004, Mijnsbrugge et al. 2010).

Felületéskor a legáltalánosabban olyan magkeveréket használnak, ami a célterület domináns pázsitfűfajainak és leggyakoribb kétszikűfajainak propagulumait tartalmazza. Ennek előállítása könnyebben kivitelezhető, illetve költségigénye a többi gyepesítési eljárásnál alacsonyabb (Deák és Valkó 2015).

Esettanulmányok alapján megállapítható, hogy a kevésfajos magkeverékek vetésével aránylag gyorsan, már pár év alatt is a természeteshez főbb dominanciaviszonyaiban hasonló gyep alakítható ki (Deák et al. 2008, Török et al. 2010). Az eljárás előnye, hogy a parlagszüksesszió kezdeti stádiumában gyakran dominánssá váló egy- és két-éves gyomfajokat a vetett magokból kicsírázó pázsitfűfajok visszaszoríthatják, így csökken annak az esélye, hogy a folyamat egy korai gyomos állapotban megreked (Blumenthal et al. 2005, Miglécz és Tóth 2011, Komoly et al. 2012, Török et al. 2012, Valkó et al. 2016). A módszer további pozitív hatása lehet, hogy a vetett pázsitfűfajok dominanciája akadályozza az inváziós fajok terjedését, amelyek gyakran okoznak problémát a nagyterületű nyílt talajfelszínű parlagon (Gornish és dos Santos 2016).

A témában született esettanulmányok ismeretében is felmerül a kérdés, hogy az olyan kétszikűekben gazdag gyeptípusok esetében, mint a löszpusztagyep, milyen eredmények érhetők el a tájra természetes módon jellemző pázsitfűfaj vetésével a fajkészlet, a diverzitás és a gyepszerkezet tekintetében; hogyan alakul időben a gyomjellegű és a célfajok aránya a fűmagvetést követően; illetve hogy egy fenti módszerrel vetett gyep növényzete az évek során milyen mértékben válik hasonlónak az ősi löszpusztagyep-állományok vegetációjához.

## Anyag és módszer

### Kutatási terület

A kutatásunkat a Csanádi-háton, Battonya határában található fokozottan védett Tompapusztai-löszgyepen (Körös–Maros Nemzeti Park) és annak bővítési területén végeztük.

A Tompapusztai-löszgyep az ország utolsó magas természetességű, plakor helyzetű, egybefüggő ősi löszpusztagyep-állományainak egyike. A területen előforduló fajok magas arányban a löszpusztagyep (*Salvia nemorosae-Festucetum rupicolae* Zólyomi ex Soó 1964) társuláshoz kötődnek, a gyomok aránya meglehetősen alacsony, borításuk elenyésző (Csathó 1986, Csathó és Csathó 2009, Bartha et al. 2011). A löszgyepet a kétszikűfajok magas diverzitása jellemzi, a legfontosabb gyepalkotó egyszikűfaj a vékony csenkesz (*Festuca valesiaca*), a pusztai csenkesz (*Festuca rupicola*), a keskenylevelű perje (szálas perje) (*Poa angustifolia*), a korai sás (*Carex praecox*), a deres tarackbúza (*Elymus hispidus*) és a karcsú fényperje (*Koeleria cristata*) (Joó 2001, Csathó és Csathó 2009,

Herczeg et al. 2011). A löszsütyeprét domináns pázsitfűfaja ebben az állományban a *Festuca valesiaca* (Csathó et al. 2021).

Az ilyen nagy kiterjedésű, eredeti élőhelyfoltok természetvédelmi jelentősége megkérdőjelezhetetlen, egyszerre segítik a ritka és veszélyeztetett fajok fennmaradását és egyúttal fajforrásként is szolgálhatnak (Cousins és Lindborg 2008).

A Körös–Maros Nemzeti Park Igazgatóság jóvoltából a 20,9 hektáros Tompapusztai-löszgyep (továbbiakban: ősgyep) közvetlen szomszédságában 2009-ben egy 26,77 hektár kiterjedésű szántóföld került felhagyásra (Csathó et al. 2012). 2010-től a parlagot évenként kétszeri szárazúzással kezelték (kivételt képeznek ez alól a 2012-es és 2013-as évek, amikor a rendkívüli aszály miatt csak egyszer végeztek el a szárazúzást), 2017-től évi egyszeri gépi kaszálásra tértek át (Csathó et al. 2021). Az ősgyepet a korábbi, szarvasmarhával történő legeltetés megszűnése óta szintén évente egyszer kaszálják (Csathó és Csathó 2009).

A parlag egy 5 hektáros részén 2011-től kezdve felülvetések kísérlet folyik (továbbiakban: *Festuca*-vetés). A rekonstrukció során a legnagyobb mennyiségben az ősgyep domináns pázsitfűfaja, a vékony csenkesz (*Festuca valesiaca*) magját juttatták ki (Csathó et al. 2011, 2021).

A vetéshez felhasznált pázsitfűmagokat kizárólag az ősgyepről gyűjtötték, kombájnnal végzett mozaikos magaratással. Az aratás 2011. június 21-én, a *Festuca valesiaca* termésérésekor történt. A nagyobb tisztaságú magkeverék elérése érdekében a maggyűjtés az ősgyep nagyobb egyszikúarányú területeire koncentrált. Később a magkeverék nem esett át tisztítási folyamaton (Danyik 2011).

A nyáron learatott magkeverék elvetésére ősszel, a szárazúzás után került sor. A szárazúzás nyomán keletkezett száraz növényi zúzalék eltávolítására és a talajfelszín megnyitására gyomfésülést alkalmaztak. Ezt követően 2011. október 5-én kézzel szórták ki a magokat, átlagosan 3,3 g/m<sup>2</sup>-es vetési sűrűséggel. A száraz időjárás miatt a talajfelszín hengerezésére nem volt szükség (Danyik 2011).

Egy évvel később, 2012. július 4-én további 14, az ősgyepen gyakori növényfaj kézzel gyűjtött magjait is bevitték a felülvetéssel kezelt parcellába. A magszedéssel érintett színezőfajok a következők voltak: bajszos hagyma (*Allium vineale*), hólyagos csüdfű (*Astragalus cicer*), tejoltó galaj (*Galium verum*), közönséges orbáncfű (*Hypericum perforatum*), mezei varfű (*Knautia arvensis*), hegyi len (*Linum austriacum*), réti útifű (*Plantago media*), sokvirágú boglárka (*Ranunculus polyanthemos*), füles sóska (*Rumex thyrsiflorus*), osztrák zsálya (*Salvia austriaca*), ligeti zsálya (*Salvia nemorosa*) (nagyobb mennyiségben), hasznos tisztessű (*Stachys recta*), közönséges kakukkfű (*Thymus odoratissimus*) és magyar kakukkfű (*Thymus pannonicus*) (Csathó et al. 2021).

Az eddig ismertetett felülvetési lépések mellett, amelyek a felülvetések kísérleti terület egészét egységesen érintették, sávos diverzifikáló vetést is alkalmaztak, ehhez két vetési sávot jelöltek ki, a csenkeszmagvetés évében, az azt megelőző hónapban. Az ősgyepről származó kézzel gyűjtött magok kézi magszórása két időpontban történt. Először 2011 szeptemberében végeztek sávos magvetést, amely során a következő fajok magjait juttatták ki: töviskés imola (*Centaurea scabiosa* subsp. *spinulosa*), Degen-

aszat (*Cirsium eriophorum* subsp. *degeni*), tejló galaj (*Galium verum*), közönséges orbáncfű (*Hypericum perforatum*), hegyi len (*Linum austriacum*), nyúlánk sárma (*Ornithogalum pyramidale*), réti útifű (*Plantago media*), osztrák zsálya (*Salvia austriaca*), ligeti zsálya (*Salvia nemorosa*), hasznos tisztesfű (*Stachys recta*), kunkorgó árvalányhaj (*Stipa capillata*), sarlós gamandor (*Teucrium chamaedrys*), közönséges borkóró (*Thalictrum minus*) és osztrák ökörfarkkóró (*Verbascum austriacum*). Majd 2013 augusztusában újabb vetést hajtottak végre a sávokban, az ekkor elszórt magkeverék a következő fajok magjait tartalmazta: pusztai cickafark (*Achillea setacea*), hólyagos csüdfű (*Astragalus cicer*), árva rozsnok (*Bromus inermis*), borsfű (*Clinopodium vulgare*), koloncos legyezőfű (*Filipendula vulgaris*), tejló galaj (*Galium verum*), hegyi len (*Linum austriacum*), nyúlánk sárma (*Ornithogalum pyramidale*), réti útifű (*Plantago media*), kosborkéjú veronika (kosboros veronika) (*Veronica orchidea*), ligeti zsálya (*Salvia nemorosa*), fehér mécsvirág (*Silene latifolia* subsp. *alba*), szikár habszegfű (*Silene otites*), kunkorgó árvalányhaj (*Stipa capillata*), sarlós gamandor (*Teucrium chamaedrys*), közönséges borkóró (*Thalictrum minus*) és osztrák ökörfarkkóró (*Verbascum austriacum*) (Csathó et al. 2021).

A különböző kiegészítő magvetések során összesen 28 faj propagulumát juttatták ki a vizsgált parcellára.

### **Kísérleti elrendezés, terepi felvételezés**

A vizsgálat során az ősgyepről 2020-ban (május–június) és a felületett területről (Festuca-vetés) 2015-ben (május) és 2020-ban (május–június) egyaránt 12 darab 4×4 m-es (16 m<sup>2</sup>) állandó pozíciójú kvadrátban készítettünk cönológiai felvételeket. A felvételezést Braun-Blanquet (1964) módszerével végeztük, azzal a módosítással, hogy az egyes fajok borítását százalékos értéként rögzítettük.

A cönológiai felvételezés során minden kvadrát öt pontján megmértük a vegetáció magasságát. Ezeket az adatokat minden mintavételi egységre átlagoltuk. Emellett kvadrátonként gyepmagassági maximumot is mértünk, ami a 4×4 méteres kvadrát legmagasabb egyedének lemerését jelentette (a legmagasabb növényfaj feljegyzésével).

A felvételekben előforduló fajok tudományos nevét a tanulmányunkban a World Flora Online adatbázis szerint használtuk (WFO 2022).

### **A célfajok körének megválasztása**

A vizsgálati területen előforduló fajokat két csoportba osztottuk, (1) célfajokra, illetve (2) korai szukcessziós és adventív fajokra. Célfajoknak tekintettük azokat a hajtásos növényfajokat, amelyek előfordulása az ősgyepen a jó természetességű löszgyep-állományokban jellemző.

A területeken rögzített fajokat a Simon-féle természetvédelmi érték-kategóriába való besorolásuk alapján is osztályoztuk (Horváth et al. 1995).

## Statisztikai elemzések

A két vizsgálati terület átlagos fajszámának, (természetes alappal számolt) Shannon-diverzitás-értékeinek és gyepmagassági átlagainak összehasonlítására kétmintás kétoldali t-próbát használtunk (R Core Team 2021).

Az ősgyepen és a felülvetett parcellában 2020-ban készített 12–12 cönológiai felvételt főkoordináta-analízissel (PCoA) elemeztük. A társulástani összefüggések feltárásához a két terület legnagyobb borítást elérő 20–20 fajával hierarchikus osztályozást (klaszteranalízist) végeztünk. A dendrogramokat euklidészi távolságokat használva, a Ward-módszer szerint képeztük. Az osztályozás alapja, hogy minden egyes lépésben azok a pontok kerülnek összevonásra, amelyek egyesítése során minimális a teljes négyzetes hiba növekedése (Ward 1963). Az adatfeldolgozást és -elemzést az R statisztikai program 4.1.1-es verzióját használva végeztük, a főkoordináta-analízist és a hierarchikus osztályozásokat a *vegan* csomaggal készítettük, az eredmények megjelenítéséhez pedig a *tidyverse* csomag *ggplot* függvényeit használtuk (Wickham et al. 2019, Oksanen et al. 2020, R Core Team 2021).

A szukcesszió kezdeti változásainak vizsgálatához 2015-ben, a felülvetés utáni 4. évben készített felvételeket hasonlítottuk össze a 2020-ban, a felülvetés utáni 9. évben az állandó helyzetű mintavételi egységek azonos módszerekkel készített felvételeivel. Ennek során a két évet az összborítás, a fajszám és a Shannon-diverzitás értékeivel jellemeztük, illetve az adott évben leggyakoribb fajok borítási értékeit is elemeztük. A 4. és a 9. év fajkészletét a Simon-féle természetvédelmi érték-kategóriák szerinti csoportokra bontottuk, és megvizsgáltuk a két év közötti eltéréseket.

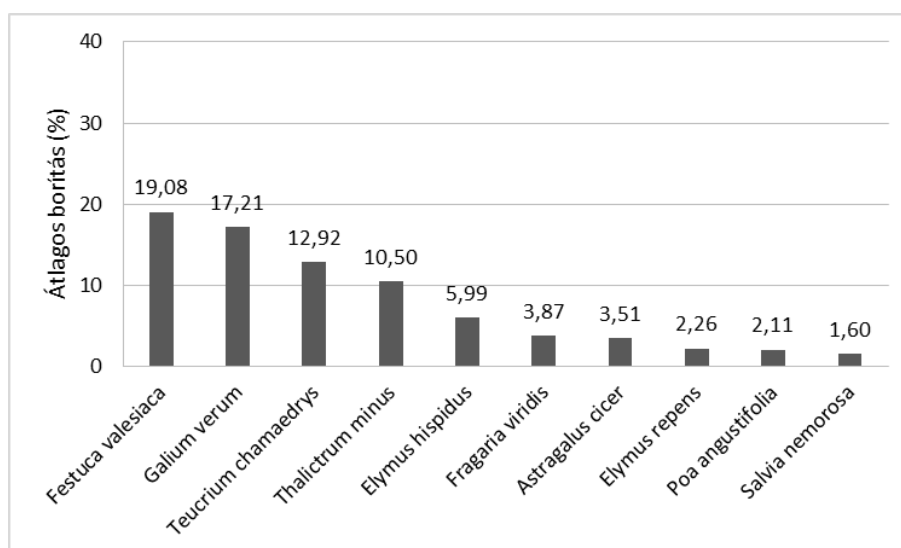
Megállapítottuk a célfajok, illetve a korai szukcessziós és adventív fajok arányát, majd a két arányt külön, két kevert hatású Poisson-regresszióval modelleztük az R program *lme4* csomagjával (Bates et al. 2015). Az első modellben a függő változó a célfajok száma, míg a második modellben a korai szukcessziós és adventív fajok száma, a magyarázó változó pedig mindkét esetben az idő volt. Random hatásként a mintavételi egységeket illesztettük be. A modelldiagnosztikákat tízismétléses szimulációval végeztük el, a random hatás normális eloszlását pedig QQ-ábrán ellenőriztük (R Core Team 2021).

## Eredmények

### Az ősgyep mint referencia-terület jellemzése

Az ősgyepen általánosan elterjedt, azaz mind a 12 mintavételi egységben előforduló fajok 2020-ban a következők voltak: *Carex praecox*, *Festuca rupicola*, *Festuca valesiaca*, *Fragaria viridis*, *Galium verum*, *Poa angustifolia*, *Salvia nemorosa*, *Teucrium chamaedrys*, *Verbascum phoeniceum*. 11 kvadrátban volt jelen a *Ranunculus polyanthemos*, *Trifolium campestre*, tíz kvadrátban pedig az *Alopecurus pratensis*, *Cynodon dactylon* és *Knautia arvensis*.

A legnagyobb átlagos borítást elért fajok értékeit az 1. ábra szemlélteti. A bolygatás-jelző *Elymus repens* a nyolcadik legnagyobb borítással rendelkező faj volt az ősgyepben, átlagosan 2,26%-kal (1. ábra). Ez a faj nagyobb mennyiségben csak a zavartabb foltokban jelenik meg a területen (Csathó és Csathó 2009).



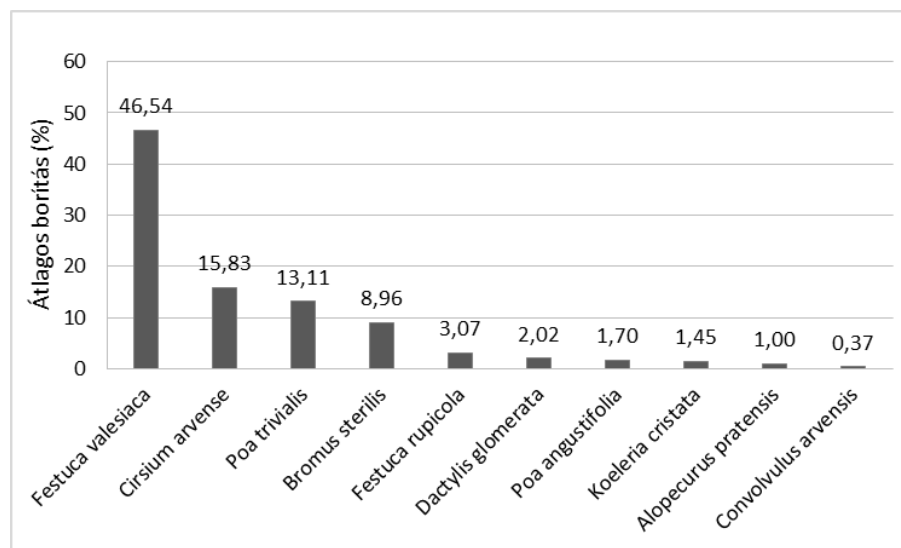
1. ábra. A tíz legnagyobb átlagos borítást elérő faj a Tompapusztai-löszgyepen 2020-ban  
 Figure 1. Bar chart of the ten species with the highest mean cover at the Tompapuszta loess grassland in 2020

A természetes állapotokat tükröző célfajok csoportja átlagosan 97,7%-os borítást, a korai szukcessziós és adventív fajoknak nevezett csoport pedig átlagosan 2,3%-os borítást ért el a referencia-területen. Az utóbbi kategóriába az ősgyepi felvételekben mindössze két faj tartozott, az *Elymus repens* és a *Carduus acanthoides*. A felvételbe került fajok 97,4%-a célfaj volt. Az ősgyepben egy adventív vagy inváziós növényfaj sem tudott tartósan megtelepedni.

## A hatéves parlag jellemzése a felülvetés utáni 4. évben

2015-ben a *Festuca*-vetésben mind a 12 kvadrátban előfordult az *Alopecurus pratensis*, *Bromus sterilis*, *Cirsium arvense* és *Festuca valesiaca*. A *Koeleria cristata*, *Poa trivialis* és *Ranunculus polyanthemos* 11 kvadrátban, az *Erigeron canadensis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rupicola* és *Veronica arvensis* 10 kvadrátban volt jelen.

Az átlagos borítás szerinti első helyen a vetett *Festuca valesiaca* állt, a rangsorban utána következő fajok hozzá képest jóval kisebb borítási értékeket vettek fel. A tíz legnagyobb borítást elérő faj listájából látszik, hogy a gyepek alapstruktúráját a célfajok még a korai szukcessziós, gyomjellegű fajokkal keveredve alakították ki. A célfajok közül azonban csak az ősgyepen domináns, vetett pázsitfűfaj, a *Festuca valesiaca* ért el számottevő borítást, és így a korai szukcessziós fajok közel négyszer akkora mennyiségben voltak jelen, mint a *Festuca valesiaca* nélkül értelmezett célfajok csoportjának tagjai (2. ábra).



2. ábra. A tíz legnagyobb átlagos borítást elérő faj a *Festuca*-vetésben, 2015-ben, a vetés utáni 4. évben  
 Figure 2. Bar chart of the ten species with the highest mean cover at the sown grassland in 2015, in the 4<sup>th</sup> year after the sowing

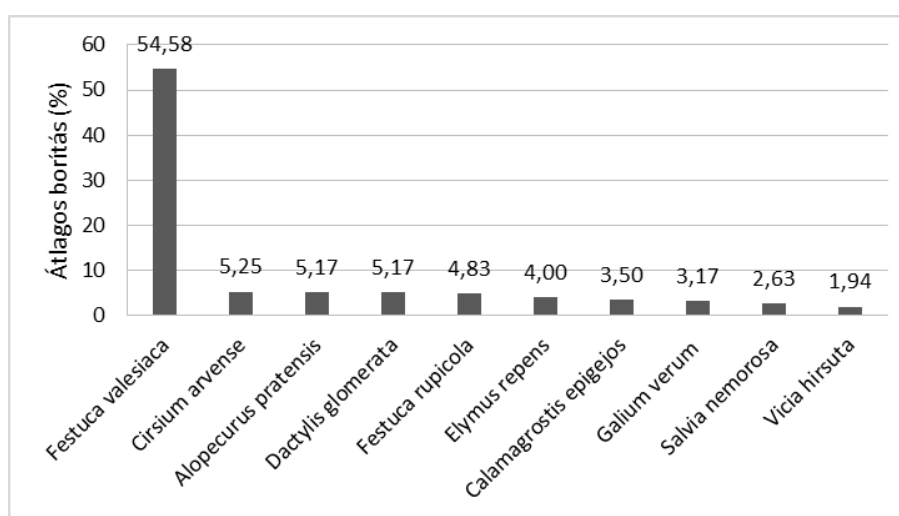
A célfajok átlagosan 58,01%-ot, míg a korai szukcessziós és adventív fajok 39,3%-ot borítottak a 4. évben. Utóbbiak közül a legnagyobb átlagos borítást a *Cirsium arvense* (15,83%), *Poa trivialis* (13,11%) és a *Bromus sterilis* (8,96%) érte el. A *Bromus sterilis* egy gyakori egyéves szántóföldi gyom, ami fiatal parlagokon gyakran tömegesen jelenik meg (Mortimer et al. 1993). A *Cirsium arvense* és a *Poa trivialis* ezzel szemben évelő növények, amelyek szintén a parlagoszukcesszió korai szakaszainak tipikus ruderalis fajai, nagyobb mennyiségben való fellépésükhöz általában több évre van szükség (Froud-Williams és Ferris 1987, Bartha 2007). A mintavételi egységekben előforduló fajok 44,8%-a volt célfaj, 55,2%-a pedig a korai szukcessziós és adventív fajok körébe tartozott.



## A 12 éves parlag jellemzése a felületés utáni 9. évben

A Festuca-vetésben felvett 12 db 4×4 m-es kvadrát általánosan elterjedt fajai 2020-ban a *Cirsium arvense*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rupicola*, *Festuca valesiaca*, *Ranunculus polyanthemos*, *Vicia angustifolia* és *Vicia hirsuta* voltak. Szintén gyakori előfordulású (11 kvadrátban, illetve 10 kvadrátban jelen lévő) faj volt az *Alopecurus pratensis*, *Elymus repens*, *Poa angustifolia*, illetve a *Knautia arvensis*.

A legnagyobb átlagos borítást 2020-ban is a *Festuca valesiaca* érte el, az átlagosan második legtöbbet borító *Cirsium arvense* ehhez képest már csak hozzávetőleg tizedekora mennyiségben volt jelen. A leggyakoribb tíz faj alkotta rangsorban már több cél faj is szerepelt: *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rupicola*, *Galium verum*, *Salvia nemorosa* és *Vicia hirsuta* (3. ábra).



3. ábra. A tíz legnagyobb átlagos borítást elérő faj a Festuca-vetésben, 2020-ban, a vetés utáni 9. évben  
 Figure 3. Bar chart of the ten species with the highest mean cover at the sown grassland in 2020, in the 9<sup>th</sup> year after the sowing

A cél fajok átlagos borítása 84,9%, míg a korai szukcessziós és adventív fajoké 14,1% volt. Az utóbbi csoportból a legnagyobb borítást a *Cirsium arvense* (5,25%), az *Elymus repens* (4,00%) és a *Calamagrostis epigejos* (3,50%) érte el. Mindhárom faj zavarást, bolygatást jelez (Bartha 2007). A kvadrátokban felvett fajok 62,5%-a volt cél faj, és 37,5%-uk tartozott a korai szukcessziós és adventív fajok közé. A kezelt terület felvételeiben a 9. évben előforduló cél fajokot és azok százalékos megoszlását az 1. melléklet mutatja be.

## Az ősgyep és a felülvetett parcella összehasonlítása a *Festuca*-vetés utáni 9. évben

A *Festuca*-vetésben felvett 4×4 méteres kvadrátokban a 2020-as évben összesen 48 faj fordult elő, ezek közül 29 található meg az ősgyepen felvett kvadrátokban is, 49 faj pedig csak az ősgyepre volt jellemző. A fajok megoszlását a 2. mellékletben tüntettük fel.

A célfajok mind az ősgyepen, mind a felülvetett parcellában magas átlagos borítást értek el, a 9. évre utóbbi területet is nagy arányban már ezek a természetes állapotra jellemző fajok borították (1. táblázat).

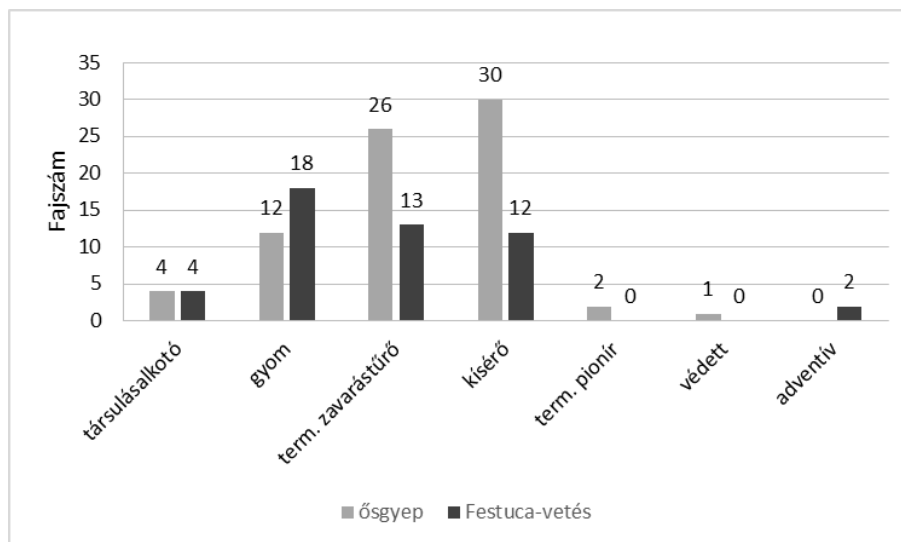
Az ősgyep jellemző fajai közül négy (*Thalictrum minus*, *Elymus hispidus*, *Fragaria viridis*, *Astragalus cicer*) nem volt jelen a felülvetett parcellában felvett mintavételi egységekben, illetve a referencia-terület egyik fontos, a borítás szerinti rangsorban harmadik helyen szereplő faja, a *Teucrium chamaedrys* mindössze 0,08%-os összborítást ért el a felülvetett terület kvadrátjaiban (1. táblázat csillaggal jelölt sorai).

1. táblázat. A felülvetett parcella összehasonlítása a referencia-területtel a 2020-ban felvett 4×4 méteres cönológiai felvételek állományszintű cönológiai jellemzői, illetve az ősgyep felvételeiben a tíz legnagyobb átlagos borítást elérő faj borítási értéke alapján. A \*-gal jelölt fajok a *Festuca*-vetés kvadrátjaiban nem, vagy csak nagyon kis borítással voltak jelen

Table 1. Comparison of the sown parcel with reference site based on the parameters of 4×4 m coenological relevés recorded in 2020 and the first ten species with the highest mean coverage of the Tompapuszta loess grassland. Species marked with \* were not present in the plots at the sown grassland or were of very low cover

	Ősgyep	<i>Festuca</i> -vetés
Összborítás (%)	98,18 ± 1,68	99,84 ± 2,57
Fajsza (összesített)	78	48
Kvadrátonkénti átlagos fajsza	31,33 ± 6,02	18,50 ± 2,97
Shannon-diverzitás átlagos értéke	2,14 ± 0,35	1,55 ± 0,21
Egyenletesség átlagos értéke	0,28 ± 0,07	0,27 ± 0,04
Célfajok átlagos borítása (%)	97,6 ± 3,49	84,9 ± 9,90
Korai szukcessziós (és adventív) fajok átlagos borítása (%)	2,3 ± 1,59	14,1 ± 1,79
<i>Festuca valesiaca</i> átlagos borítása (%)	19,08 ± 11,37	54,58 ± 10,47
<i>Galium verum</i> átlagos borítása (%)	17,21 ± 9,59	3,17 ± 6,42
* <i>Teucrium chamaedrys</i> átlagos borítása (%)	12,92 ± 12,99	0,08 ± 0,29
* <i>Thalictrum minus</i> átlagos borítása (%)	10,50 ± 19,17	0 ± 0
* <i>Elymus hispidus</i> átlagos borítása (%)	5,99 ± 10,90	0 ± 0
* <i>Fragaria viridis</i> átlagos borítása (%)	3,87 ± 3,49	0 ± 0
* <i>Astragalus cicer</i> átlagos borítása (%)	3,51 ± 6,76	0 ± 0
<i>Elymus repens</i> átlagos borítása (%)	2,26 ± 3,24	5,04 ± 6,18
<i>Poa angustifolia</i> átlagos borítása (%)	2,11 ± 3,21	1,90 ± 2,54
<i>Salvia nemorosa</i> átlagos borítása (%)	1,60 ± 1,34	2,63 ± 2,25

A két terület fajainak természetvédelmi érték-kategóriák szerinti megoszlása alapján megállapítható, hogy a felületett gyepben több gyomjellegű faj volt jelen, és a természetes zavarástűrő és kísérőfajok aránya kisebb volt, mint az ősgyepen. Természetes pionír és védett fajok csak az ősgyepi kvadrátokban fordultak elő (4. ábra).



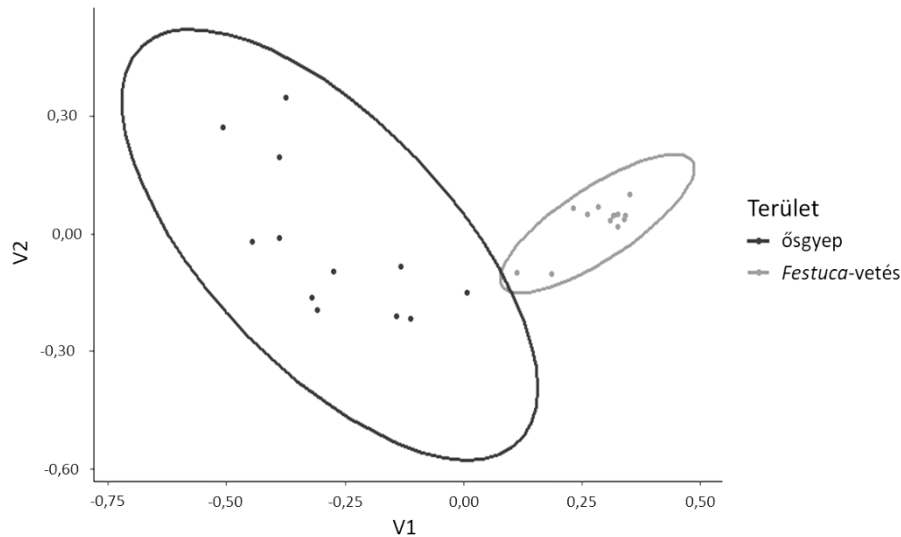
4. ábra. Az ősgyep és a *Festuca*-vetés kvadrátjaiban megfigyelt fajok természetvédelmi érték-kategóriák szerinti megoszlása 2020-ban (term.: természetes)

Figure 4. Distribution of the species observed in sampling plots according to their conservation value categories at the Tompapuszta loess grassland and at the sown grassland in 2020

A vizsgálati területek Shannon-diverzitásának, átlagos fajszámának és *Festuca valesiaca*-borításának vizsgálatára kétmintás kétoldali t-próbát alkalmaztunk. Ez alapján a Shannon-diverzitás átlagos értéke az ősgyepen szignifikánsan nagyobb volt ( $p=0,0002$ ). Az átlagos fajszám is szignifikánsan nagyobbnak bizonyult az ősgyepen, mint a felületetésben ( $p<0,0001$ ). A két terület *Festuca valesiaca*-borítása között is szignifikáns eltérés volt kimutatható ( $p<0,0001$ ). A felületett parcellán a *Festuca valesiaca* átlagosan 2,86-szor nagyobb borítást ért el, amely jelentős különbségnek tekinthető.

Az 1. és a 3. ábra oszlopdiagramjai alapján az ősgyepen a borítási viszonyok kiegyenlítettebbek voltak, mint a felületetésben, annak ellenére is, hogy az ősgyep fajszáma jelentősen magasabb volt. A csenkeszvetésben a *Festuca valesiaca* kiugróan magas borítási értéke mellett a többi feltüntetett faj egy nagyságrenddel kisebb értékeket ért el.

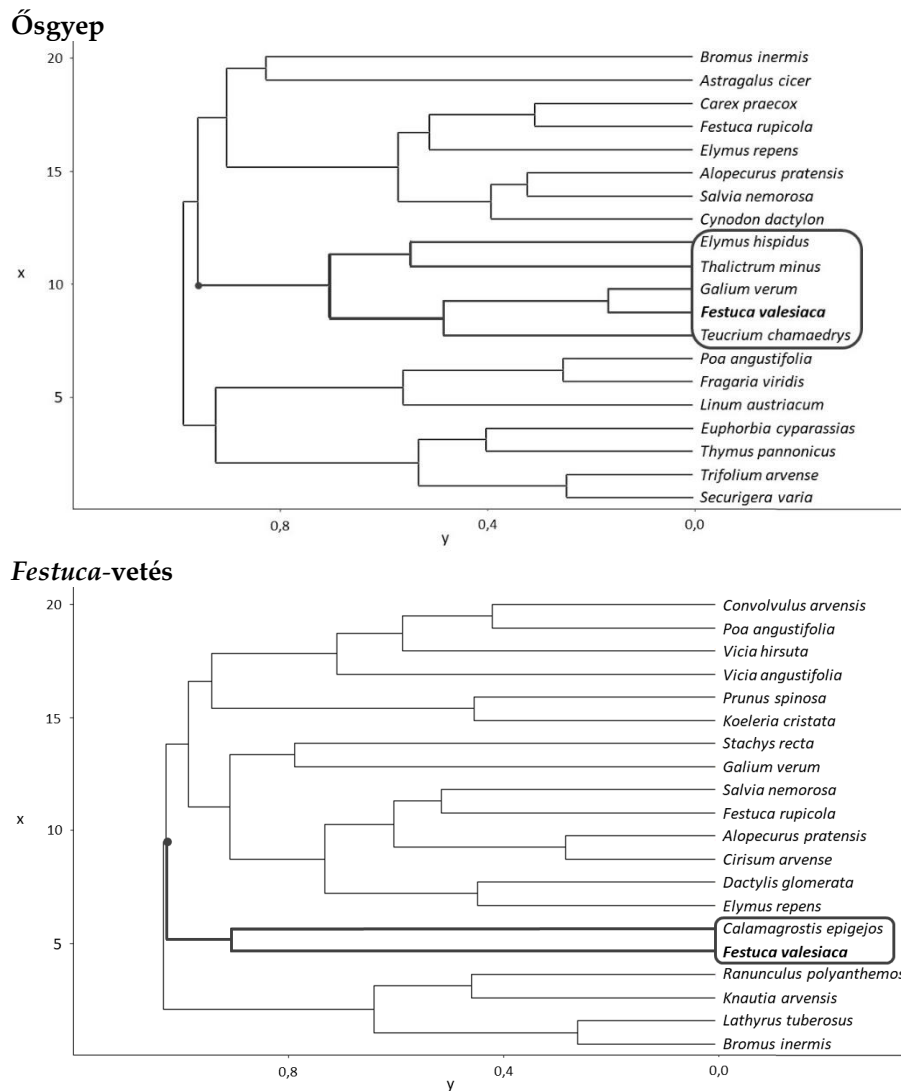
Az ősgyep és a csenkeszvetés eltéréseinek további vizsgálata során a 24 db 2020-ban készült cönológiai felvételt összehasonlító főkoordináta-analízis (PCoA) tanúsága szerint az ősgyepi felvételek egyértelműen elkülönültek a felülvetett parlagon, a magvetés utáni 9. évben készített felvételektől, átfedés egy felvétel esetében sem látható. Az ősgyepi felvételek pontjainak szórása, illetve a pontokhoz tartozó valószínűségi ellipszisek mérete jóval nagyobb volt, mint a *Festuca*-vetés esetében (5. ábra).



5. ábra. Főkoordináta-analízis a Tompapusztai-lőszgyep és a *Festuca*-vetés 2020-ban készített cönológiai felvételeiről

Figure 5. Principal Coordinates Analysis of the coenological relevés recorded in sown and reference grassland in 2020

A gyakori, nagy borítást elérő fajok Ward-módszer szerint készült hierarchikus osztályozásából jól látszik, hogy a felülvetett gyepben a *Festuca valesiaca* egyedül a *Calamagrostis epigejos*-szal képzett egy társulási csoportot, míg az ősgyepen a domináns pázsitfűfaj más gyakori és a gyepalkotásban fontos szerepet betöltő fajokkal (*Galium verum*, *Teucrium chamaedrys*, *Thalictrum minus* és *Elymus hispidus*) társult (6. ábra). Ugyanez a szerveződés a *Festuca*-vetésben ezen fajok ritkasága miatt nem volt megfigyelhető.



6. ábra. A Tompapusztai-löszgyep (ősgyep) és a felületett parcella húsz legjellemzőbb fajával készített hierarchikus osztályozások dendrogramjai a 2020-as felvételek alapján.

A legfontosabb különbségek szürke színnel kerültek kiemelésre

Figure 6. Dendrograms of hierarchical cluster analyzes with the twenty most characteristic species of the Tompapuszta loess grassland ("ősgyep") and the sown grassland ("Festuca-vetés") in 2020.

The most important differences are highlighted in gray

A területek habitusának összehasonlítására a mért gyepmagassági értékeket elemeztük. A felületéssel kezelt terület vegetációja a 9. évben átlagosan 13,4 cm-rel mutatott magasabb értéket ( $39,6 \text{ cm} \pm 9,0 \text{ cm}$ ,  $n=12$ ), mint az ősgyep ( $26,2 \text{ cm} \pm 4,8 \text{ cm}$ ,  $n=12$ ). Ez a különbség a kétmintás kétoldali t-próba szerint szignifikánsnak mutatkozott ( $p=0,0003$ ).

### Időbeli összehasonlítás a csenkeszvetéses parcellában: a felületést követő 4. év eredményeinek összehasonlítása a vetés utáni 9. év adataival

A felületés utáni 4. évben még igen gyakori *Bromus sterilis* és *Poa trivialis* a 9. évre eltűnt a felületett kvadrátokból; a *Koeleria cristata*, *Alopecurus pratensis*, *Veronica*

arvensis, *Erigeron canadensis* borítása csökkent; a *Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Festuca rupicola*, *Knautia arvensis*, *Ranunculus polyanthemos*, *Vicia angustifolia* és *Vicia hirsuta* borítása pedig nőtt a paragonon.

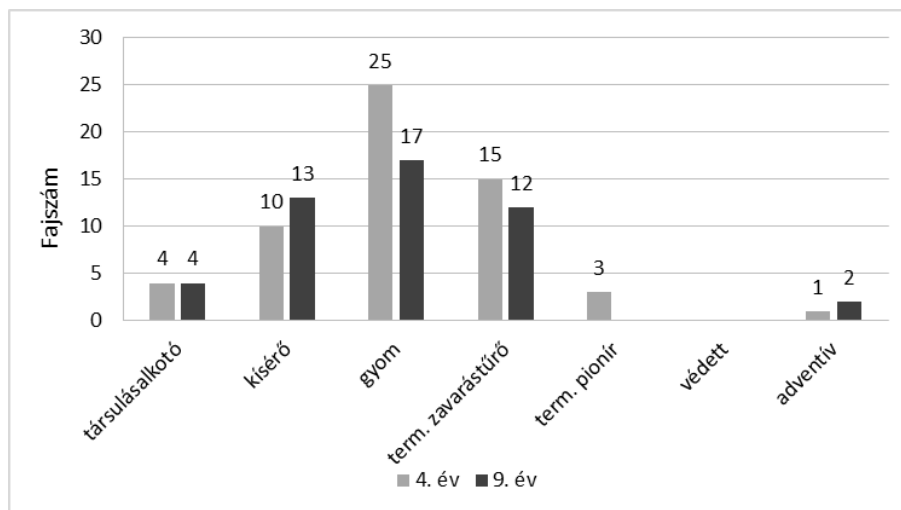
A 4. és a 9. év közötti további eltéréseket a 2. táblázat mutatja be. A becsült átlagos összborítás és az átlagos fajszám csökkent, míg a Shannon-diverzitás átlagos értéke nőtt.

A 4. évben a legnagyobb borítást elérő faj már a vetett pázsitfűfaj, a *Festuca valesiaca* volt, amely átlagos borítása  $46,5\% \pm 23,8\%$ -ot tett ki (2. táblázat). A 9. évre ez az érték  $8,1\%$ -kal nőtt, szórása pedig kevesebb mint felére csökkent. Ez a növekedés, illetve a becsült összborítás szórásának csökkenése a kezelt terület homogénebbé válását jelzi.

2. táblázat Az átlagos becsült összborítás, az átlagos fajszám, a Shannon-diverzitás átlagos értéke és a *Festuca valesiaca* átlagos borítása a *Festuca*-vetéses parcellában a felülvetés utáni 4. és 9. évben  
Table 2 Mean estimated total plant cover, mean species richness, mean value of Shannon diversity and mean cover of *Festuca valesiaca* in the 4<sup>th</sup> and the 9<sup>th</sup> year at the sown grassland

	Átlagos becsült összborítás (%)	Átlagos fajszám	Shannon-diverzitás átlagos értéke	<i>Festuca valesiaca</i> átlagos borítása (%)
4. év	$94,4 \pm 8,5$	$20,5 \pm 3,8$	$1,35 \pm 0,23$	$46,5 \pm 23,8$
9. év	$93,6 \pm 2,6$	$18,5 \pm 3,0$	$1,58 \pm 0,21$	$54,6 \pm 10,5$

Mindez a fajkészletben is megmutatkozik, a 9. évre a Simon-féle természetvédelmi érték-kategóriák szerint kevesebb gyom, zavarástűrő és pionír jellegű faj volt jelen, ezáltal pedig az átlagos fajszám is csökkent. A kísérőfajok száma azonban az öt év alatt hárommal növekedett (7. ábra).



7. ábra. A kvadrátokban megfigyelt fajok természetvédelmi érték-kategóriák szerinti megoszlása a felülvetés utáni 4. és a 9. évben (term.: természetes)

Figure 7. Distribution of the species observed in sampling plots according to their conservation value categories in the 4<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> year after the sowing

A célfajok átlagos borítása a 4. évben 58,01%, a korai szukcessziós és adventív fajoké 39,3% volt. A 9. évben ez az arány már 84,9%, illetve 14,1%-ra változott a célfajok javára.

A célfajok, illetve a korai szukcessziós és adventív fajok számának változására illesztett Poisson-modellek alapján a célfajok átlagos becsült száma a 4. évben 11,9 (SE=1,09), a 9. évben 13,3 (SE=1,12) volt, a célfajszám növekedése nem mutatkozott szignifikánsnak ( $p=0,3570$ ). A második modell alapján a korai szukcessziós és adventív fajok átlagos becsült száma a 4. évben 9,1 (SE=1,10), míg a 9. évben már csak 5,4 (SE=1,17) volt, a csökkenés szignifikánsnak bizonyult ( $p<0,0001$ ). A statisztikai modellek elvégzésének feltételei teljesültek.

A felülvétési kísérletben a domináns pázsitfűfaj mellett elvetett színezőelemek az egyes kvadrátokban becsült átlagos borítása a 4. és 9. év között nyolc esetben nőtt, öt esetben nem változott, egy esetben pedig csökkent. A *Galium verum*, *Knautia arvensis*, *Salvia nemorosa*, *Stachys recta* 4. évi mennyisége a többszörösére nőtt a 9. évre. Összesen öt olyan faj volt, amely ugyan vetésre került a parcellában, de sem a 4. évben, sem a 9. évben nem volt kimutatható a 4×4 m-es mintavételi egységekben (*Astragalus cicer*, *Linum austriacum*, *Rumex thyrsiflorus*, *Salvia austriaca*, *Thymus odoratissimus*). A *Hypericum perforatum* volt az egyetlen olyan faj, ami a felülvetés utáni 4. évben még megtalálható volt a kvadrátokban, de öt évvel később, a 9. évben nem került elő a mintavételi egységekből. A többi magvetéssel bejuttatott faj gyakorisága stagnált vagy nőtt az öt év alatt (1. melléklet).

## Megvitatás

A Tompapusztai-löszgyep melletti gyeprekonstrukciós területen a kiválasztott pázsitfűfaj vetése sikeres volt, és 2015-ben, a kezelés utáni 4. évben már a felülvétett gyepben is a *Festuca valesiaca* volt a domináns pázsitfűfaj. Emellett a célfajok gyakorisága és borítása is növekvő tendenciát mutatott a 4. és a 9. év között.

Ugyanakkor az is látszódik, hogy az ősgyep és a rekonstruált gyep egyelőre még számos paraméterben, például a fajszámban és diverzitásban jelentősen eltért. Fontos különbség volt, hogy a *Festuca valesiaca* a csenkeszvetésben átlagosan 2,86-szor nagyobb borítást ért el, mint az ősgyepen. Ez a különbség részben megmagyarázza az említett eltéréseket, mivel a kompetíciós előnybe jutott vetett csenkeszfaj túlzott mennyisége mellett a többi löszgyepi faj kisebb terjedési sikert mutatott. Az egyes célfajok lassú terjedéséhez hozzájárulhatott a vetett pázsitfűfaj által képzett nagyobb mennyiségű felgyűlt avar csírázásgátló hatása is (Ruprecht és Szabó 2012). Emellett az elvetett csenkeszfaj nagymértékű dominanciája által homogenizáló hatást fejthetett ki a vegetációra, így a főkoordináta-analízis alapján a *Festuca*-vetés felvételei meglehetősen hasonlóak voltak egymáshoz, és a kiegyenlítettebb dominancia-viszonyokkal jellemezhető ősgyepi felvételekhez képest is jóval kisebb variabilitást mutattak (5. ábra).

Több, az ősgyepen gyakori klonális növényfaj (pl. *Achillea setacea*, *Fragaria viridis*, *Galium verum*, *Teucrium chamaedrys*, *Thymus odoratissimus*, *Th. pannonicus*) (vö.: Klimešová et al. 2017) a felülvétett területen csak meglehetősen ritkán fordult elő. A

felsorolt fajok telepkepzésük által befolyásolják a gyepszerkezetet, illetve fontos szerepük lehet a másodlagos szukcesszió folyamatában (Prach és Pyšek 1994).

Több olyan fontos további cél faj is hiányzott, vagy csak minimális borítást ért el a *Festuca*-vetésben, amelyek az ősgyepben fontos gyepszerkezetet alakító fajnak számítottak (1. táblázat), ezek betelepüléséhez, elterjedéséhez feltételezhetően jóval hosszabb időre lenne szükség.

Egy parlagszukcessziós osztályozási rendszer az időbeli folyamat bekövetkező stádiumai tekintetében négy szakaszt különít el (Bartha et al. 2010). A szakaszok időrendben a következők: 1. fázis: szegetális, 2. fázis: ruderalis, 3. fázis: generalista pázsitfűfajok és az ősgyep alarendelt fajai, 4. fázis: már az ősgyepi állapothoz hasonlít. A felosztás alapján a vizsgált, csenkeszvetéssel befolyásolt parcella már a kezelést követő 4. évben leginkább a 3. spontán fejlődési fázishoz hasonlított. A *Festuca*-vetés még a beavatkozás utáni 9. évben is részben ennek a fázisnak a sajátosságait mutatta, azonban folyamatosan közeledik a 4., egyben utolsó fázis felé, ez a váltás ugyanakkor valószínűleg még hosszú időt vesz igénybe (Bartha et al. 2010).

A fent ismertetett változások mellett megállapítható, hogy a felülvetett gyepek fajkészlete és az egyes fajok mennyiségi viszonyai is nagymértékben változtak a csenkeszvetést követő 4. és 9. év között. Ezzel szemben a természetes löszgyepek fajkészletét nagyfokú stabilitás jellemzi, míg a borítási viszonyok időben fluktuációt mutathatnak. Mindezt egy hegylábi környezetben végzett állandó mintavételi egységek alkalmazásával készült kutatás (Csontos et al. 2022), illetve a jelen vizsgálat referenciaterrületén, a Tompapusztai-löszgyepen végzett hosszú távú mikrocönológiai monitorozás eredményei is alátámasztják (Bartha et al. 2022).

Más vázfajok vetésén alapuló gyeprekonstrukciós kísérletek eredményei is azt mutatják, hogy a módszer ugyan viszonylag könnyen alkalmazható, azonban löszparlagok regenerációja esetén az így létrejött gyep fajszámban nem érik el az ősgyepet, fajkompozíciójuk kevésbé fejlett, illetve több, a céltársulásra jellemző faj hiányzik a vetett állományokból (Deák et al. 2010, Török et al. 2010). A hasonló módszerrel vetett gyepek produkciója egyébként meglehetősen magas, feltételezhetően a pázsitfűvek nagyarányú borítása miatt (Lepš et al. 2007).

Más típusú szárazgyep, például szikes gyep rekonstrukciója esetében csupán a vázfajok vetésével látványosabb kezdeti eredményeket lehet elérni, mint a löszpuszták esetében. Ezt többek között az is magyarázhatja, hogy a szikeseket elsősorban pázsitfűvek dominálják, amik magvetéssel a legtöbbször könnyebben megtelepíthetők, illetve azokra az élőhelyekre kevesebb kísérő faj jellemző. Így a rekonstruált szikes gyep rövid idő alatt mutathatnak a célállapothoz hasonló, elsősorban habitusbeli jellegeket (Valkó et al. 2015).

Ahhoz viszont, hogy egy felülvetéssel létrehozott másodlagos löszgyep megközelítse a kétszikűekben gazdag elsődleges löszpusztagyep gyepszerkezeti sajátosságait, komoly erőforrásbeli befektetésekre lehet szükség (Molnár 1998). Eredményeink azt mutatják, hogy felülvetéssel a kétszikűekben gazdag gyepek tíz év alatt nem hozható



létre, az igen sok speciális színezőelem nehézkes megtelepedése miatt. Az eredeti állapotokat megközelítő gyep létrejöttéhez feltehetően a kísérletünk eddigi időtartamának többszörösére is szükség lehet.

A felületést és a spontán szukcessziót, mint gyeprekonstrukciós módszereket összehasonlítva Valkó és munkatársai (2016) azt találták, hogy a felületés alacsonyabb diverzitású élőhelyeket eredményez, mint a spontán szukcesszióval fejlődő gyep, ugyanakkor a vetés hatására a gyomfajok kevésbé válnak dominánssá. További publikációk szerint a spontán szukcesszió hatékonyabb rekonstrukciós eljárás lehet a felületéses módszereknél, azonban alkalmazása korlátozott. A spontán szukcesszió leginkább csak kis kiterjedésű parlagon, zavart felszínnek helyreállítására lehet alkalmas, illetve fontos feltétel egy megfelelő propagulum-forrást biztosító természetes vegetációfolt közelsége is (Prach és Pyšek 2001, Lencová és Prach 2011).

Ugyanakkor a természetvédelmi gyepesítési kísérletek esetében fontos hangsúlyozni, hogy az eddigi kutatások időtartama a szukcessziós folyamatok időléptékéhez képest limitált volt, ezért egyelőre kevés információval rendelkezünk a gyep hosszú távú fejlődéséről, ezzel együtt pedig arról is, hogy mennyi időbe telik az ősgyepkéhez hasonló fajkészlet és gyepszerkezet kialakulása.

A bemutatott eredmények felhívják a figyelmet a természetes, jó állapotú gyepterületek védelmének fontosságára, amelyek még annak ellenére is számos ritka fajt őrizhetnek, ha azok csupán kis kiterjedésűek (Volenc és Dobson 2020). A különböző gyeprekonstrukciós módszerekkel a természetes állományok kiterjedése, ha sok idő alatt is, de bővíthető, ezáltal pedig a hozzájuk kötődő fajok és életközösségek fennmaradásának esélye is megnövelhető.

### **Köszönetnyilvánítás**

A Körös–Maros Nemzeti Park Igazgatóságnak köszönjük a hosszú távú kutatás támogatását. Szeretnénk kifejezni köszönetünket Csathó András János és Sallainé Kapocsi Judit, továbbá Bánfi Péter, Boldog Gusztáv, Bota Viktória, Danyik Tibor, Forgách Balázs, Komoly Cecília, Kun Róbert és Molnár Géza számára a munkák segítségét. Az alapos lektori munkáért Deák Balázs és egy névtelen bíráló számára tartozunk köszönettel. Az első szerző munkáját az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatta.

## Irodalom

- Bartha S. 2007: Kompozíció, differenciálódás és dinamika az erdőssztyep biom gyepjeiben, Az egyensúlytól távol: degradáció, szukcesszió, invázió. In: Illyés E., Bölöni J. (szerk.): Lejtőssztyepek, löszgyepek és erdőssztyeprétek Magyarországon. Magánkiadás, Budapest. pp. 72–103.
- Bartha S., Dancza I., Házi J., Horváth A., Margóczy K., Molnár Cs., Molnár Zs., Óvári M., Purger D., Schmidt D. 2010: A parlagszukcesszió állandó és változó jellegzetességei. In: Molnár Cs., Molnár Zs., Varga A. (szerk.): „Hol az a táj szab az életnek teret, Mit az Isten csak jókedvében teremt”. Válogatás az első tizenhárom MÉTA-túrafüzetből 2003–2009, MTA ÖBKI, Vácrátót. pp. 480–482.
- Bartha S., Csathó A. I., Virágh K., Szentés Sz., Csathó A. J., Sutyinszki Zs., Horváth A., Ruprecht, E. 2011: A Tompapusztai löszgyep mikroökológiai értékelése I. Florális diverzitás és koordináltság. *Crisicum* 7: 45–55.
- Bartha, S., Szabó, G., Csete, S., Purger, D., Házi, J., Csathó, A. I., Campetella, G., Canullo, R., Chelli, S., Tsakalos, J. L., Ónodi, G., Kröel-Dulay, Gy., Zimmermann, Z. 2022: High-resolution transect sampling and multiple scale diversity analyses for evaluating grassland resilience to climatic extremes. *Land* 11(3): 378. DOI: <https://doi.org/10.3390/land11030378>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., Walker, S. 2015: Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67(1): 1–48. DOI: <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bengtsson, J., Bullock, J. M., Egoh, B., Everson, C., Everson, T., O'Connor, T., O'Farrell, P. J., Smith, H. G., Lindborg, R. 2019: Grasslands – more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere*. 10: e0258. DOI: <https://doi.org/10.1002/ecs2.2582>
- Blumenthal, D. M., Jordan, N. R., Svenson, E. L. 2005: Effects of prairie restoration on weed invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 221–230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.11.008>
- Borhidi A. 2003: Magyarország növénytársulásai. Akadémia Kiadó, Budapest. p. 610.
- Bölöni J., Molnár Zs., Kun A. (szerk.) 2011: Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011. MTA ÖBKI, Vácrátót. p. 441.
- Braun-Blanquet, J. 1964: Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, Berlin.
- Cousins, S. A. O., Lindborg, R. 2008: Remnant grassland habitats as source communities for plant diversification in agricultural landscapes. *Biological Conservation* 141: 233–240. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.09.016>
- Cramer, V. A., Hobbs, R. J., Standish, R. J. 2008: What's new about old fields? Land abandonment and ecosystem assembly. *Trends in Ecology and Evolution* 23(2): 104–112. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.10.005>
- Csathó A. 1986: A battonya–kistompapusztai löszrét növényvilága. *Környezet- és Természetvédelmi Évkönyv* 7: 103–115.
- Csathó A. I. 2009: A mezsgyék természetvédelmi jelentősége és védelmük időszerűsége. *Természetvédelmi Közlemények* 15: 171–181.
- Csathó A. I., Csathó A. J., Házi J., Juhász M., Sallainé Kapocsi J., Selmei M., Sutyinszki Zs., Szentés Sz., Virágh K., Bartha S. 2011: Parlagszukcesszió a Csanádi-löszháton – a battonya-tompapusztai löszpusztarét-bővítés florisztikai és ökológiai vizsgálatának előzetes eredményei. In: VII. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia. Program és absztrakt-kötet. Magyar Biológiai Társaság, Budapest. p. 69.
- Csathó A. I., Virágh K., Csathó A. J., Szentés Sz., Sutyinszki Zs., Juhász M., Házi J., Sallainé Kapocsi J., Bartha S. 2012: Lösz-parlagszukcesszió komplex vizsgálatának előzetes eredményei Battonya-Tompapusztán. In: Bartha S., Mázsa K. (szerk.): 9. Magyar Ökológus Kongresszus. Keszthely, 2012. szeptember 5-7. Programfüzet. Előadások és poszterek összefoglalói. p. 36.

- Csathó A. I., Csathó A. J., Csete S., Guller Zs. E., Házi J., Molnár Cs., Purger D., Szabó G., Zimmermann Z., Bartha S. 2021: A battonyai Tompapusztai-löszgyep és bővítési területének hosszú távú cönológiai vizsgálata XI. – Kutatási jelentés, Körös–Maros Nemzeti Park Igazgatóság, Szarvas. p. 196.
- Csathó A. J., Csathó A. I. 2009: A battonya-tompapusztai Külső-gulya flóralistája. *Crisicum* 5: 51–70.
- Csontos, P., Tamás, J., Kovács, Zs., Schellenberger, J., Penksza, K., Szili-Kovács, T., Kalapos, T. 2022: Vegetation dynamics in a loess grassland: plant traits indicate stability on species presence, but directional change when cover is considered. *Plants* 11(6): 763. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11060763>
- Danyik T. 2011: Feljegyzés a Tompapusztai löszgyepen végzett mezőgazdasági és vizsgálati tevékenységekről a 2011-es évben. – Kézirat, Körös–Maros Nemzeti Park Igazgatóság, Szarvas. p. 3.
- Deák B., Török P., Kapocsi I., Lontay L., Vida E., Valkó O., Lengyel Sz., Tóthmérész B. 2008: Szik- és löszgyeprekonstrukció vázfajokból álló magkeverék vetésével a Hortobágyi Nemzeti Park területén (Egyek-Pusztakócs). *Tájökológiai Lapok* 6(3): 323–332.
- Deák B., Valkó O., Török P., Tóthmérész B., Tischew S., Kapocsi I., Radócz Sz., Miglécz T., Tóth K., Kelemen A., Krimer A. 2010: Fajgazdag magkeverékek fejlesztése természetvédelmi gyeprekonstrukciós programokhoz. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen. p. 12.
- Deák, B., Tóthmérész, B., Valkó, O., Sudnik-Wójcikowska, B., Moysiyenko, I. I., Bragina, T. M., Apostolova, I., Dembicz, I., Bykov, N. I., Török, P. 2016: Cultural monuments and nature conservation: a review of the role of kurgans in the conservation and restoration of steppe vegetation. – *Biodiversity and Conservation* 25(12): 2473–2490. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1081-2>
- Deák B., Valkó O. 2015: Gyepesítési módszerek alkalmazása a természetvédelmi gyakorlatban – Kevésfaj és sokfaj magkeverékek, spontán gyepregeneráció és szénarhordás. In: Török P., Tóthmérész B. (szerk.): *Ökológiai szemléletű gyeptelepítés elmélete és gyakorlata. Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet Közhasznú Nonprofit Kft. (ÖMKI), Budapest. pp. 37–38.*
- Dengler, J., Becker, T., Ruprecht, E., Szabó, A., Becker, U., Beldean, M., Bită-Nicolae, C., Dolnik, C., Goia, I., Peyrat, J., Sutcliffe, L. M. E., Dan Turtureanu, P., Uğurlu, E. 2012: *Festuco-Brometea* communities of the Transylvanian Plateau (Romania) – a preliminary overview on syntaxonomy, ecology, and biodiversity. *Tuexenia* 32: 319–359.
- Durka, W., Michalski, S. G., Berendzen, K. W., Bossdorf, O., Bucharova, A., Hermann, J., Hölzel, N., Kollmann, J. 2017: Genetic differentiation within multiple common grassland plants supports seed transfer zones for ecological restoration. *Journal of Applied Ecology* 54: 116–126. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12636>
- Gornish, E. S., dos Santos, P. A. 2016: Invasive species cover, soil type, and grazing interact to predict long-term grassland restoration success. *Restoration Ecology* 24(2): 222–229. DOI: <https://doi.org/10.1111/rec.12308>
- Froud-Williams, R. J., Ferris, R. 1987: Germination of proximal and distal seeds of *Poa trivialis* L. from contrasting habitats. *Weed Research* 27: 245–250. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1987.tb00760.x>
- Habel, J. C., Dengler, J., Janišová, M., Török, P., Wellstein, C., Wiezik, M. 2013: European grassland ecosystems: threatened hotspots of biodiversity. *Biodiversity Conservation* 22: 2131–2138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-013-0537-x>
- Herczeg E., Baráth N., Wichmann B. 2011: Morfotaxonomiai és cönológiai adatok a Tompapusztai löszgyep *Festuca* taxonjaihoz. *Crisicum* 7: 77–90.
- Hoekstra, J. M., Boucher, T. M., Ricketts, T. H., Roberts, C. 2005: Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8: 23–29. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00686.x>
- Horváth F., Dobolyi Z.K., Morschhauser T., Lőkös L., Karas L., Szerdahelyi T. 1995: Flóra adatbázis 1.2. Taxonlista és attribútum-állomány. MTA ÖBKI, Vácrátót. p. 267.
- Horváth A., Illyés E., Molnár Zs., Molnár Cs., Csathó A. I., Bartha S., Kun A., Török I. J., Bagi I., Bölöni J. 2011: H5a – Löszgyep, kötött talajú sztyeprétek. In: Bölöni J., Molnár Zs., Kun A. (szerk.): *Magyarország élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNER 2011. MTA ÖBKI, Vácrátót. pp. 174–181.*
- Hölzel, N., Buisson, E., Dutoit, T. 2012: Species introduction – a major topic in vegetation restoration. *Applied Vegetation Science* 15: 161–165. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2012.01189.x>

- Hufford, K. M., Mazer, S. J. 2003: Plant ecotypes: genetic differentiation in the age of ecological restoration. *Trends in Ecology and Evolution* 18(3): 147–155. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00002-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00002-8)
- Illyés E., Molnár Zs., Csathó A. I. 2007: Lejtősztyepek, löszgyepek, erdősztyepek és a löszfalnövényzet jelenlegi állapota és az ahhoz vezető hatások. In: Illyés E., Bölöni J. (szerk.): Lejtősztyepek, löszgyepek és erdősztyeprétek Magyarországon. Magánkiadás, Budapest. pp. 104–113.
- Joó K. (2001): Kalandozás a dél-tiszántúli kunhalmokon. *Természet Világa (Természettudományi Közlöny)* 132(4): 184–185.
- Klimešová, J., Danihelka, J., Chrtek, J., de Bello, F., Herben, T. 2017: CLO-PLA: a database of clonal and bud bank traits of Central European flora. *Ecology* 98: 1179. DOI: <https://doi.org/10.1002/ecy.1745>
- Komoly C., Türei D., Csathó A. I., Pifkó D., Juhász M., Somodi I., Bartha S. 2012: Fűvetés hatása a parlagfű (*Ambrosia artemisiifolia* L.) tömegességére egy tiszalpäri fiatal parlagon. *Természetvédelmi Közlemények* 18: 283–293.
- Krauss, S. L., Sinclair, E. A., Bussell, J. D., Hobbs, R. J. 2013: An ecological genetic delineation of local seed-source provenance for ecological restoration. *Ecology and Evolution* 3(7): 2138–2149. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.595>
- Lencová, K., Prach, K. 2011: Restoration of hay meadows on ex-arable land: commercial seed mixtures vs. spontaneous succession. *Grass and Forage Science* 66: 265–271. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00786.x>
- Lepš, J., Doležal, J., Bezemer, T. M., Brown, V. K., Hedlund, K., Arroyo, I. M., Jörgensen, H. B., Lawson, C. S., Mortimer, S. R., Peix, G. A., Barrueco, R. C., Ignacio, S. R., Šmilauer, P., van der Putten, W. H. 2007: Long-term effectiveness of sowing high and low diversity seed mixtures to enhance plant community development on ex-arable fields. *Applied Vegetation Science* 10: 97–110. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2007.tb00508.x>
- Miglécz T., Tóth K. 2011: Alkalmazható-e gyepesítés gyomok visszaszorítására? A Hortobágyi Nemzeti Parkban végzett gyeprekonstrukciók tapasztalatai. *Tájökológiai Lapok* 9(2): 243–259.
- Mijnsbrugge, K. V., Bischoff, A., Smith, B. 2010: A question of origin: Where and how to collect seed for ecological restoration. *Basic and Applied Ecology* 11(4): 300–311. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.09.002>
- Molnár Zs. 1998: Másodlagos löszpusztagyepek fejlődése felhagyott szántókon II. A fajkészlet. *Crisicum* 1: 84–99.
- Molnár Á. P. 2020: Javaslatok természetvédelmi gyeprekonstrukciók tervezéséhez két Körös–Maros közti védett terület példáján. *Crisicum* 11: 127–151.
- Molnár, Zs., Bölöni, J., Horváth, F. 2008: Threatening factors encountered: Actual endangerment of the Hungarian (semi-)natural habitats. *Acta Botanica Hungarica* 50: 199–217. DOI: <https://doi.org/10.1556/ABot.50.2008.Suppl.10>
- Mortimer, A. M., Putwain, P. D., Howard, C. L. 1993: The abundance of brome grasses in arable agriculture – comparative population studies of four species. In: Brighton Crop Protection Conference, Weeds. Proceedings of an international conference. Brighton, UK. pp. 505–514.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., Wagner, H. 2020: Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5–7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Pärtel, M., Bruun, H. H., Sammuli, M. 2005: Biodiversity in temperate European grasslands: origin and conservation. *Grassland Science in Europe* 10: 1–14.
- Prach, K., Pyšek, P. 1994: Clonal plants – What is their role in succession? *Folia Geobotanica* 29: 307–320. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02803803>
- Prach, K., Pyšek, P. 2001: Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe. *Ecological Engineering* 17: 55–62. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(00\)00132-4](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(00)00132-4)
- R Core Team 2021: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Development. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Ruprecht, E., Szabó, A. 2012: Grass litter is a natural seed trap in long-term undisturbed grassland. *Journal of Vegetation Science* 23: 495–504. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2011.01376.x>

- Sackville Hamilton, N. R. 2001: Is local provenance important in habitat creation? A reply. *Journal of Applied Ecology* 38: 1374–1376.
- Sala, O. E., Paruelo, J. P. 1997: Ecosystem services in grasslands. In: Daily, G. C. (szerk.): *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington. pp. 237–249.
- Török, P., Deák, B., Vida, E., Valkó, O., Lengyel, Sz., Tóthmérész, B. 2010: Restoring grassland biodiversity: Sowing low-diversity seed mixtures can lead to rapid favourable changes. *Biological Conservation* 143: 806–812. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.024>
- Török, P., Migléc, T., Valkó, O., Kelemen, A., Tóth, K., Lengyel, Sz., Tóthmérész, B. 2012: Fast restoration of grassland vegetation by a combination of seed mixture sowing and low-diversity hay transfer. *Ecological Engineering* 44: 133–138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.03.010>
- Török P., Migléc T., Valkó O. 2015: Természetközeli állapotú gyeppek szerepe az ökológiai folyamatok fenntartásában. In: Török P., Tóthmérész B. (szerk.): *Ökológiai szemléletű gyeptelepítés elmélete és gyakorlata. Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet Közhasznú Nonprofit Kft. (ÖMKi), Budapest.* pp. 7–10.
- Tóth, K., Hüse, B. 2014: Soil seed banks in loess grasslands and their role in grassland recovery. *Applied Ecology and Environmental Research* 12(2): 537–547. DOI: [https://doi.org/10.15666/aeer/1202\\_537547](https://doi.org/10.15666/aeer/1202_537547)
- Valkó O., Deák B., Kapocsi I., Török P. 2015: Gyeprekonstrukciós projektek a Hortobágyi Nemzeti Parkban. In: Török P., Tóthmérész B. (szerk.): *Ökológiai szemléletű gyeptelepítés elmélete és gyakorlata. Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet Közhasznú Nonprofit Kft. (ÖMKi), Budapest.* pp. 103–110.
- Valkó, O., Deák, B., Török, P., Kelemen, A., Migléc, T., Tóth, K., Tóthmérész, B. 2016: Abandonment of croplands: problem or chance for grassland restoration? Case studies from Hungary. *Ecosystem Health and Sustainability* 2(2): e01208. DOI: <https://doi.org/10.1002/ehs2.1208>
- Volenc, Z. M., Dobson, A. P. 2020: Conservation value of small reserves. *Conservation Biology* 34(1): 66–79. DOI: <https://doi.org/10.1111/cobi.13308>
- Walker, K. J., Stevens, P. A., Stevens, D. P., Mountford, J. O., Manchester, S. J., Pywell, R. F. 2004: The restoration and re-creation of species-rich lowland grassland on land formerly managed for intensive agriculture in the UK. *Biological Conservation* 119: 1–18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.10.020>
- Ward, J. H. Jr. 1963: Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association* 58: 236–244.
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., Takahashi, K., Vaughan, D., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H. 2019: Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software* 4(43): 1686. DOI: <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- Wilson, J. B., Peet, R. K., Dengler, J., Pärtel, M. 2012: Plant species richness: the world records. *Journal of Vegetation Science* 23: 796–802. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01400.x>
- WFO 2022: World Flora Online. <http://www.worldfloraonline.org/>. (Utolsó hozzáférés dátuma: 2022.12.18.).
- Wódkiewicz, M., Dembic, I., Moysiyenko, I. I. 2016: The value of small habitat islands for the conservation of genetic variability in a steppe grass species. *Acta Oecologia* 76: 22–30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2016.08.001>
- Zólyomi, B., Fekete, G. 1994: The Pannonian loess steppe: differentiation in space and time. *Abstracta Botanica* 18: 29–41.

## Grassland Reconstruction of a loess old-field by sowing the dominant grass besides other target species

Zs. E. GULLER<sup>1,2\*</sup>, J. HÁZI<sup>2</sup>, S. BARTHA<sup>3</sup>, Cs. MOLNÁR<sup>4</sup>, D. PURGER<sup>5</sup>,  
G. SZABÓ<sup>6</sup>, Z. ZIMMERMANN<sup>6</sup>, A. I. CSATHÓ<sup>7</sup>

<sup>1</sup>University of Szeged, Department of Ecology,  
H-6726 Szeged, Közép fasor 52., email: gullerzsofi@gmail.com

<sup>2</sup>University of Veterinary Medicine Budapest, Department of Botany,  
H-1077 Budapest, Rottenbiller utca 50.

<sup>3</sup>Center for Ecological Research, Institute of Ecology and Botany, H-2163 Vácrátót, Alkotmány út 2–4.

<sup>4</sup>Independent researcher, H-3728 Gömörszőlős

<sup>5</sup>University of Pécs, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacognosy, H-7624 Pécs, Rókus utca 2.

<sup>6</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Agronomy,  
H-2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

<sup>7</sup>Independent researcher, H-5830 Battonya

**Keywords:** abandoned cropland, loess meadow steppe, grassland restoration, *Festuca valesiaca*, fescue grassland, secondary succession, habitat reconstruction

Drastic reduction of the extent of grasslands threatens natural communities. Loess meadow steppes are especially vanishing world-wide due to agricultural intensification. In Hungary, only a few loess steppic grasslands remained intact, hence, gathering knowledge about the efficient ways of extending their area is of paramount importance. In this paper, we present the results of a reconstruction experiment conducted at one of the largest native Pannonic loess meadow steppes, at Tompapuszta loess grassland (Körös–Maros National Park) and at an adjacent old-field abandoned in 2009. The old-field was treated in 2011 by sowing the dominant grass species, *Festuca valesiaca*. Additionally, other 28 species were sown in a three-year-long time period. The used seeding mixtures were harvested from the native loess grassland. The successional progress was monitored by coenological relevés on 4×4 m permanent plots. Four years after the first sowing, the sown grass species became the most abundant species. However, the vegetation was heterogeneous and consisted of high number of early successional species. In the 9<sup>th</sup> year after the sowing, the number of weed species declined, while the cover of target species and diversity increased greatly. Despite, the sown grassland was still unlike the natural loess grassland in many aspects. The biggest difference was in the cover of the sown *Festuca* species, which reached 2.86 times higher value on the sown grassland. Moreover, species richness and diversity was significantly lower compared to the natural loess grassland. Also, several substantial target species were extremely rare at the reconstruction site. According to the applied PCoA, there was great dissimilarity between sown and reference sites. Reconstruction of loess old-fields by sowing the dominant grass at high seeding rate can result in a seemingly similar grassland to a native loess meadow steppe just in ten years. Yet, it may take much longer time to approach the diversity and recreate the complex structure of primary grasslands.

1. melléklet. Célfajok és átlagos %-os borításértékeik az ősgyepben 2020-ban és a felületett területen 2015-ben, illetve 2020-ban készült 4×4 méteres cönológiai felvételekben.

A parcella egészébe vetett fajokat \*-gal, a sávokban vetett fajokat # jellel jelöltük

Appendix 1. Mean cover values (in%) of target species observed in the 4×4 m sampling units at the natural loess grassland in 2020 and in the sown grassland in 2015 and 2020 Species marked with \* were sown in the whole of the old-field, species marked with # were sown in strips

Célfajok	Átlagos borítás (%)			Vetés módja
	Ősgyep (2020)	<i>Festuca</i> -vetés a kezelés utáni 4. évben (2015)	<i>Festuca</i> -vetés a kezelés utáni 9. évben (2020)	
<i>Achillea setacea</i>	0,07			#
<i>Allium vineale</i>			<0,01	*
<i>Alopecurus pratensis</i>	1,03	1,00	5,14	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	0,28	0,04	0,07	
<i>Asperula cynanchica</i>	0,28			
<i>Astragalus cicer</i>	3,51			*#
<i>Bothriochloa ischaemum</i>	0,09			
<i>Bromus inermis</i>	0,92	0,35	0,83	#
<i>Carex melanostachya</i>	0,04			
<i>Carex praecox</i>	1,26			
<i>Centaurea scabiosa</i>	0,42			#
subsp. <i>spinulosa</i>				
<i>Cerastium brachypetalum</i>	0,01			
<i>Cerastium tenoreanum</i>	0,03	0,01		
<i>Clinopodium vulgare</i>			<0,01	#
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,15	0,37	0,85	
<i>Cuscuta epithimum</i>	0,84			
<i>Cynodon dactylon</i>	1,31			
<i>Dactylis glomerata</i>	0,01	2,02	5,17	
<i>Elymus hispidus</i>	5,99			
<i>Eryngium campestre</i>	0,23			
<i>Euphorbia cyparassias</i>	1,11			
<i>Falcaria vulgaris</i>	0,02			
<i>Festuca rupicola</i>	1,50	3,07	4,83	
<i>Festuca valesiaca</i>	19,08	46,54	53,75	*
<i>Filipendula vulgaris</i>	0,08			#
<i>Fragaria viridis</i>	3,87			
<i>Galium verum</i>	17,21	0,34	3,17	*#
<i>Genista tinctoria</i>	0,52			
<i>Hieracium auriculoides</i>	0,25			
<i>Hypericum perforatum</i>	0,03	<0,01		*#
<i>Jacobaea vulgaris</i>	0,12			
<i>Knautia arvensis</i>	0,22	0,14	0,59	*
<i>Koeleria cristata</i>	0,08	1,45	0,17	
<i>Lathyrus pratensis</i>	0,28			
<i>Lathyrus tuberosus</i>	0,73	0,01	0,56	
<i>Linum austriacum</i>	1,59			*#
<i>Lotus corniculatus</i>	0,02			
<i>Myosotis arvensis</i>	0,01	0,02	<0,01	
<i>Myosotis ramosissima</i>	<0,01	0,01		
<i>Nonea pulla</i>	0,01			

<i>Onobrychis arenaria</i>	0,08			
<i>Ononis semihircina</i>	0,01			
<i>Ornithogalum pyramidale</i>	0,16			#
<i>Plantago lanceolata</i>	0,03	0,02	0,02	
<i>Plantago media</i>	0,30		0,09	*#
<i>Poa angustifolia</i>	2,11	1,70	1,90	
<i>Potentilla arenaria</i>	0,03			
<i>Potentilla argentea</i>	0,03			
<i>Ranunculus polyanthemos</i>	0,58	0,34	0,38	*
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	0,05			*
<i>Salvia austriaca</i>	0,03			*#
<i>Salvia nemorosa</i>	1,60	0,33	2,63	*#
<i>Scabiosa ochroleuca</i>	0,03		0,04	
<i>Securigera varia</i>	1,27			
<i>Seseli varium</i>			<0,01	
<i>Stachys recta</i>	0,62	0,12	0,55	*#
<i>Stellaria graminea</i>	<0,01	<0,01		
<i>Stipa capillata</i>	0,58			#
<i>Taraxacum serotinum</i>	0,09			
<i>Teucrium chamaedrys</i>	12,92		0,08	#
<i>Thalictrum minus</i>	10,50			#
<i>Thesium arvense</i>	0,02			
<i>Thlaspi arvense</i>	0,02			
<i>Thymus odoratissimus</i>	0,25			*
<i>Thymus pannonicus</i>	1,40	0,01	0,08	*
<i>Trifolium arvense</i>	0,89			
<i>Trifolium campestre</i>	0,10			
<i>Verbascum austriacum</i>			0,04	#
<i>Verbascum phoeniceum</i>	0,35	0,03	0,09	
<i>Veronica arvensis</i>	0,03	0,04	<0,01	
<i>Veronica orchidea</i>	0,10		<0,01	#
<i>Veronica prostrata</i>	<0,01			
<i>Vicia angustifolia</i>	0,06	0,04	1,04	
<i>Vicia grandiflora</i>	<0,01			
<i>Vicia hirsuta</i>	0,02	0,04	1,94	
<i>Vicia tenuifolia</i>	0,01			
<i>Viola ambigua</i>	0,15			
<i>Viola hirta</i>	<0,01			



2. melléklet. A Tompapusztai-löszgyepen (ösgyepen) és a felületett parcellában készített 4×4 méteres cönológiai felvételekben előforduló fajok megoszlása a vetés utáni 9. évben (2020-ban).

A parcella egészébe vetett fajokat \*-gal, a sávokban vetett fajokat # jellel jelöltük  
Appendix 2. Distribution of the species observed in the 4×4 m coenological relevés at the natural loess meadow steppe and at the sown grassland in the 9<sup>th</sup> year after the sowing (2020). Species marked with \* were sown in the whole of the old-field, species marked with # were sown in strips

Csak az ösgyepen előforduló fajok (49 faj)	Mindkét területen előforduló fajok (29 faj)	Csak a <i>Festuca</i> -vetésben előforduló fajok (22 faj)
# <i>Achillea setacea</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	* <i>Allium vineale</i>
<i>Asperula cynanchica</i>	<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Asclepias syriaca</i>
*# <i>Astragalus cicer</i>	# <i>Bromus inermis</i>	<i>Calamagrostis epigejos</i>
<i>Bothriochloa ischaemum</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Capsella bursa-pastoris</i>
<i>Carduus acanthoides</i>	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Carex hirta</i>
<i>Carex melanostachya</i>	<i>Elymus repens</i>	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Carex praecox</i>	<i>Festuca rupicola</i>	<i>Chenopodium hybridum</i>
# <i>Centaurea scabiosa</i>	* <i>Festuca valesiaca</i>	# <i>Clinopodium vulgare</i>
subsp. <i>spinulosa</i>		
<i>Cerastium brachypetalum</i>	*# <i>Galium verum</i>	<i>Crepis rhoeadifolia</i>
<i>Cerastium tenoreanum</i>	* <i>Knautia arvensis</i>	<i>Crepis setosa</i>
<i>Cuscuta epithimum</i>	<i>Koeleria cristata</i>	<i>Datura stramonium</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Lathyrus tuberosus</i>	<i>Epilobium tetragonum</i>
<i>Elymus hispidus</i>	<i>Myosotis arvensis</i>	<i>Festuca pratensis</i>
<i>Eryngium campestre</i>	<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Melilotus officinalis</i>
<i>Euphorbia cyparissias</i>	*# <i>Plantago media</i>	<i>Picris hieracioides</i>
<i>Falcaria vulgaris</i>	<i>Poa angustifolia</i>	<i>Seseli varium</i>
# <i>Filipendula vulgaris</i>	<i>Prunus spinosa</i>	<i>Setaria pumila</i>
<i>Fragaria viridis</i>	* <i>Ranunculus polyanthemus</i>	<i>Sonchus arvensis</i>
<i>Genista tinctoria</i>	<i>Rosa canina</i>	<i>Sonchus asper</i>
<i>Hieracium auriculoides</i>	*# <i>Salvia nemorosa</i>	<i>Ulmus pumila</i>
*# <i>Hypericum perforatum</i>	<i>Scabiosa ochroleuca</i>	# <i>Verbascum austriacum</i>
<i>Jacobaea vulgaris</i>	*# <i>Stachys recta</i>	<i>Viola arvensis</i>
<i>Lathyrus pratensis</i>	# <i>Teucrium chamaedrys</i>	
*# <i>Linum austriacum</i>	* <i>Thymus pannonicus</i>	
<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Verbascum phoeniceum</i>	
<i>Myosotis ramosissima</i>	<i>Veronica arvensis</i>	
<i>Nonea pulla</i>	# <i>Veronica orchidea</i>	
<i>Onobrychis arenaria</i>	<i>Vicia angustifolia</i>	
<i>Ononis semihircina</i>	<i>Vicia hirsuta</i>	
# <i>Ornithogalum pyramidale</i>		
<i>Potentilla arenaria</i>		
<i>Potentilla argentea</i>		
* <i>Rumex thyrsiflorus</i>		
*# <i>Salvia austriaca</i>		
<i>Securigera varia</i>		
<i>Stellaria graminea</i>		
# <i>Stipa capillata</i>		
<i>Taraxacum serotinum</i>		
# <i>Thalictrum minus</i>		
<i>Thesium arvense</i>		
<i>Thlaspi arvense</i>		
* <i>Thymus odoratissimus</i>		

*Trifolium arvense*  
*Trifolium campestre*  
*Veronica prostrata*  
*Vicia grandiflora*  
*Vicia tenuifolia*  
*Viola ambigua*  
*Viola hirta*