

Bot. Közlem. 95(1–2): 115–125, 2008.

GYEPEK LÉTESÍTÉSE MEZŐGAZDASÁGI MŰVELÉS ALÓL KIVONT TERÜLETEKEN: A GYEPESÍTÉS MÓDSZEREINEK ÁTTEKINTÉSE.

VIDA ENIKŐ¹, TÖRÖK PÉTER¹, DEÁK BALÁZS² és TÓTHMÉRÉSZ BÉLA^{1*}

¹ DE TTK Ökológiai Tanszék, 4010 Debrecen, Egyetem tér 1., Pf.: 71.

² Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, 4024 Debrecen, Sumen út 2.

*kapcsolattartó szerző: tothmerb@delfin.unideb.hu

Elfogadva: 2008. október 20.

Kulcsszavak: restaurációs ökológia, spontán szukcesszió, magkeverék vetés, szénaráhordás, visszagyepesítés

Összefoglalás: A gyeprekonstrukciós célú restaurációs ökológiai beavatkozások célja a természetes vagy természetközeli állapotú gyepek degradálódásának megállítása, a megmaradt gyepek területének növelése új gyepek létrehozása révén. Ehhez számos technikai lehetőséget dolgoztak ki, melyeket a továbbiakban áttekinthetünk, komplexen megvizsgálva a természetvédelmi célú rekonstrukciós vizsgálatokban való használhatóságukat. A gyepesítés támaszkodhat a spontán módon zajló szekunder szukcesszióra, amely megfelelő mennyiségű lokális magforrás esetén hatásos; propagulum-források hiányában azonban lassú, és bizonytalan kimenetelű. A gyepesítés történhet kaszált fű-, illetve szénaráhordással, mellyel nagy mennyiségű, de változó, nehezen meghatározható összetételű propagulumot vihetünk be a területre. A gyepek kialakítása történhet a célfajok magjainak különböző diverzitású magkeverékek formájában történő vetésével is. A szénaráhordás és a magkeverékek vetése viszonylag olcsó és kevés munkabefektetést igényel; a referenciaterületet sem károsítjuk. Gyepterületek létesítése természetközeli állapotú gyepek feltalajának áthelyezésével is történhet. Ez drága és igen munkaigényes megoldás, amely a referenciaterület sérülésével is jár. A visszagyepesítés során alkalmazott módszer kiválasztása függ az adott terület tulajdonságaitól (pl. korábban jellemző közösség, korábbi kezelések típusai, degradáltság mértéke), a gyepesítés céljától (pl. új gyepterület létrehozása, diverzitás növelése) valamint a rendelkezésre álló anyagi és technikai feltételektől (pl. megfelelő géppark).

Bevezetés

A természetközeli állapotú gyepek területe az intenzív mezőgazdasági és erdészeti művelés, a beépítések valamint a vizes élőhelyek lecsapolása következtében, az elmúlt száz évben Európa-szerte jelentős mértékben csökkent (BAKKER 1989, VAN DIJK 1991, MANCHESTER et al. 1999, JONGEPIEROVÁ et al. 2007). Az élőhely-fragmentálódás, a területcsökkenés mellett, gyakran degradációval együtt járva az élőlény-közösségek fajszámának és diverzitásának drasztikus csökkenését is okozza (BUREL et al. 1998, EDWARDS et al. 2007).

Számos rekonstrukciós és rehabilitációs program indult mind Európában, mind Észak-Amerikában. Ezeknek a restaurációs ökológiai beavatkozásoknak a célja a megmaradt gyepek degradálódásának megállítása, illetve az eltűnt gyepterületek eredetihez hasonló állapotának visszaállítása a jelenkori lehetőségek figyelembe vételével (CLEWELL 2000). A degradálódás megállításának hatékony módjai: (1) a megmaradt gypfoltok összekapcsolása és a foltok közötti átjárhatóság biztosítása (CRITCHLEY et al. 2003), illetve (2) a megmaradt gypfoltok területének növelése és pufferzóna kialakítása féltér-

mészetes gyepfoltok létesítésével (PYWELL et al. 2002). Mivel világszerte évről évre nő a mezőgazdasági művelés alól kivont területek nagysága, így kézenfekvő megoldás az utóbbi cél elérésére a művelés alól kivont területek gyepesítése (CRAMER és HOBBS 2007).

A gyepék létesítésére számos technikai lehetőséget dolgoztak ki. A gyepesítés támaszkodhat (1) spontán zajló szekunder szukcesszióra. Gyepterületek létesítése történhet továbbá (2) kaszált fű-, illetve szénaráhordással, (3) a célfajok magjainak vetésével, valamint természetközeli állapotú gyepék (4) feltalajának áthelyezésével. Kiegészítésként használható a (5) célfajok egyedeinek beültetése is. Cikkünkben ezeket a módszereket tekintjük át, rámutatva a módszerek előnyeire és hátrányaira természetvédelmi szempontból, valamint hazánkban történő alkalmazásuk lehetőségeire.

Gyepesítési módszerek áttekintése

Spontán szukcesszió

Gyepesítés során támaszkodhatunk a spontán szukcessziós folyamatokra. Ekkor a gyepesíteni kívánt területen nem történik konkrét beavatkozás, azaz nincs irányított propagulum bevitel. Ekkor a gyepesedés folyamata (1) a lokális propagulum készletre (általában a magbank) vagy (2) a kívülről érkező magesőre támaszkodhat. Magyarországi tapasztalatok főként homoktalajokon végzett vizsgálatok esetében állnak rendelkezésre (CSECSERITS és RÉDEI 2001, HALASSY 2001, CSECSERITS et al. 2007, TÖRÖK et al. 2008ab). A felhagyott szántók és degradált területek spontán regenerációja viszonylag jónak tekinthető, ha a lokális propagulum források biztosítottak (HALASSY 2001, RUPRECHT 2005).

Megfelelő propagulum források hiányában a spontán szukcesszió viszonylag lassú (PRACH és PYŠEK 2001, TÖRÖK et al. 2008a) és erősen sztochasztikus, ami miatt a végkimenetel nem megjósolható, és a gyepesítés gyakran sikertelen (MANCHESTER et al. 1999, HALASSY 2001). Sok esetben a megfelelő összetételű magbank hiánya okozza a spontán gyepesedés lassúságát vagy sikertelenségét. A mezőgazdasági művelés során a lokális magkészlet gyakran elszegényedik, a természetes állapotokat jellemző fajok magkészlete csekély mennyiségű vagy hiányzik (HUTCHINGS és BOOTH 1996, THOMPSON et al. 1997, MANCHESTER et al. 1999). Mások a magkészlet zömét olyan fajok alkotják, melyek akadályozzák a gyepesedési folyamatot (pl. gyomfajok – BAZZAZ 1979). A spontán szukcesszió gyakran valamely stádiumban megreked, vagy igen lassúvá válik; – gyakori ok a klonálisan is gyorsan terjedő kompetítor fajok megjelenése (*Calamagrostis epigeios* dominancia – PRACH és PYŠEK 2001, KIRMER és MAHN 2001, *Cynodon dactylon* és *Poa angustifolia* dominancia – MATUS et al. 2005, TÖRÖK et al. 2008b). A gyepesedés sikertelenségét okozhatja az is, hogy a gyepterületek fragmentálódása és izoláltsága miatt igen szórványos a területre kívülről érkező mageső (SIMMERING et al. 2006, FOSTER et al. 2007). Bizonyos esetekben akadályt jelenthet a korábbi mezőgazdasági használat (pl. intenzív állattartás, műtrágyázás) nyomán felhalmozódó tápanyagtöbblet, ami a művelés felhagyása után a terület igen erőteljes gyomosodását elősegítheti (MATUS és TÓTHMÉRÉSZ 1995, MATUS et al. 2003, TÖRÖK et al. 2008c). Hiányozhatnak továbbá a természetes gyepállományokat és a féltermészetes (pl. legelt) gyepekre jellemző biotikus

vektorok is (STRYKSTRA et al. 1997, BONN és POSCHLOD 1998, RUPRECHT 2006). Mind-ezen hátrányai ellenére viszonylag gyakran alkalmazott módszer, mivel olcsó és alacsony munkaidényű eljárás.

Magkeverékek vetése

Számos területen nem elegendő az, ha csupán a spontán folyamatokra támaszkodunk, mivel a gyepesedés nem elég hatékony és gyors. Ezért a visszagyepesítési programokban előtérbe került a célfajok aktív, vetéssel történő bevitele (HÖLZEL és OTTE 2003). Ezt egyrészt használják a gyepesedési folyamat gyorsítására (VAN DER PUTTEN et al. 2000, PYWELL et al. 2002), illetve használhatják a már gyepesedett területek fajkészletének és diverzitásának növelésére (WALKER et al. 2004, ZEITER et al. 2006).

A vetés előtt talajelőkészítést végeznek, mely során leggyakrabban sekély, illetve mélyszántást alkalmaznak (PYWELL et al. 1995). Mélyszántással jobb eredmény érhető el, mivel a felső talajréteg mélybe forgatásával a talajfelszínen lévő gyomfajok magjai is mélyebbre kerülnek, ahol csírázási esélyeik csökkennek (PYWELL et al. 1995). Bizonyos talajtípusokon (pl. szikesek) nem javasolt, hiszen a mélyszántás által a felszínre hozhatunk a mélyebb részekben található sósabb talajrétegeket. A vetés általában ősszel, ritkábban tavasszal történik. A különböző vizsgálatok igen eltérő magmennyiség vetését javasolják. Kisebb léptékű vizsgálatoknál gyakran csak a propagulum számot adják meg. Az általunk áttekintett irodalmakban mintegy 3500–20000 db magot vetettek el négyzetméterenként (LEPŠ et al. 2007, MARTIN és WILSEY 2006). Nagyobb léptékű vizsgálatoknál átlagosan 20–40 kg/ha mennyiségben vetettek magkeverékeket (MANCHESTER et al. 1999: 40 kg/ha; WARREN et al. 2002: 20 kg/ha; JONGEPIEROVÁ et al. 2007: 20 kg/ha), de néhol ettől eltérő mennyiségű mag vetését is elegendőnek tartják (pl. STEVENSON et al. 1995: 4–10 kg/ha).

A vetéses visszagyepesítés során alacsony és magas diverzitású magkeveréket is használhatunk. Ezek a magkeverékek csak a bennük található fajok számában térnek el egymástól. Az alacsony diverzitású magkeverék használata esetén mindössze 2–8 fajból állítják össze a magkeveréket (MANCHESTER et al. 1999, LEPŠ et al. 2007, PYWELL et al. 2002). A mezőgazdasági gyeptelepítési gyakorlatban rendszeresen vetnek ilyen alacsony diverzitású magkeveréket (BARCSÁK és KERTÉSZ 1986, SZEMÁN 2005). Ebben általában a társulás domináns évelő fajai, az ún. vázfajok találhatók. Ezek túlnyomóan füvek vagy gyakori és domináns kétszikűek (MANCHESTER et al. 1999, LEPŠ et al. 2007).

A magas diverzitású magkeverék összeállítása során jóval több faj magját használják fel. WARREN et al. (2002) 14 faj, JONGEPIEROVÁ et al. (2007) 27 faj, FOSTER et al. (2007) 32, PYWELL et al. (2002) 25–41 fajt tartalmazó magkeverék felhasználásáról számol be. A fajokban gazdag magkeverék alkalmazásának legfontosabb hátránya, hogy a magokat gyakran nem lehet azonos időben begyűjteni és akár egy évig is eltarthat a megfelelő keverékhez szükséges fajok magjainak összegyűjtése, ha természetes forrásokra támaszkodunk. Amennyiben kereskedelmi forgalomból próbáljuk beszerezni a magokat, akkor tapasztalhatjuk, hogy sok faj magja nehezen vagy nem beszerezhető, és igen drága (BOSSHARD 1999). Emellett az eltérő földrajzi térségből illetve termőhelyről származó, magkeverékek vetésével nyert fajpopulációk gyakran kevésbé ellenállóak, mint a területen honos populációk (SMITH et al. 2005).

Az alacsony diverzitású magkeverék alkalmazásához kevesebb faj magját kell összegyűjteni, amely lerövidíti a keverék összeállításának idejét. A fűnemű fajok magjai nagyobb tömegben állnak rendelkezésre a természetes forrásokból, gépesített módszerekkel (pl. aratással) egy időben nagy mennyiség begyűjthető belőlük, valamint egyes fajok a kereskedelmi forgalomban is könnyen beszerezhetőek.

Az alacsony diverzitású magkeverékekkel kapcsolatban egyes vizsgálatok kimutatták, hogy a vetett füvek megakadályozhatják a kísérő fajok betelepülését (JONGEPIEROVÁ et al. 2007). Más vizsgálatokban azonban nem mutattak ki ilyen típusú összefüggést, tehát ez esetben sem egyértelmű a tendencia (PYWELL et al. 1995, LEPŠ et al. 2007). Egy kevésbé diverz magkeverék alkalmazása számos esetben a fentiek figyelembevételével is jobb eredményt hozhat, mintha csupán spontán szukcesszióra támaszkodunk (MANCHESTER et al. 1999).

Külföldi kísérletekben többször használnak magas diverzitású magkeveréket a visszagyepesítés során, mint alacsony diverzitásút. Általában eredményesebbnek tartják, hiszen rövid idő alatt viszonylag diverz közösség alakulhat ki, mivel sok faj propagulum kerül be egyszerre a területre (MANCHESTER et al. 1999, VAN DER PUTTEN et al. 2000, PIPER et al. 2007, JONGEPIEROVÁ et al. 2007). Az eredmények azonban nem egyértelműen a diverz magkeverék mellett szólnak (LEPŠ et al. 2007). A diverzebb magkeverék gyakoribb alkalmazásának minden bizonnyal az is oka, hogy a magvetéses visszagyepesítéssel foglalkozó vizsgálatok nagy része kis területen (néhány m²-től néhány ha-ig) történik. Ebben a léptékben a diverzebb magkeverék alkalmazása nem növeli meg jelentősen a költségeket. Ezzel szemben több száz ha-os területen rendkívül költségesnek bizonyulna egy 15–20 fajból álló magkeverék alkalmazása. Nagyobb léptékben tehát egyszerűbb és olcsóbb alacsony diverzitású magkeveréket alkalmazni, hiszen hatékonysága sem feltétlenül rosszabb, mint a diverz magkeverékeké (DEÁK et al. 2008).

Szénaráhordás

A szénaráhordás a 20. század közepéig a mezőgazdasági gyakorlatban viszonylag gyakran alkalmazott eljárás volt gyepterületek létrehozására, illetve fenntartására (BONN és POSCHLOD 1998). Ennek során a lekaszált fitomasszát meghatározott vastagságban szétterítik a gyepesíteni kívánt területen. A lekaszált növényi anyagot felhasználhatják a kaszálást követően azonnal (1–24 órán belül), vagy megszáritva, szénaként is teríthetik. Az utóbbi esetben a széna megfelelő körülmények között történő tárolásáról gondoskodni kell. Előfordul, hogy a szénát kicsépelik és az így keletkező, durván megtisztított cséplési terméket (magok és ocsú) használják fel gyepesítésre. Ennek egyik előnye az, hogy kisebb helyet foglal a tároláskor, mint a széna, továbbá az eltérő helyeken és időben kaszált és cséplelt növényi anyagból könnyen állítható elő gyepesítési keverék (KIRMER és TISCHEW 2006). Az utóbbi módszer további előnye, hogy egységnyi területre nagyobb számú faj propagulumát vihető be egyszerre. A szénát általában négyzetméterenként 1–2 kg mennyiségben, 5–10 cm vastagságban terítik szét. Ha a széna propagulum-tartalma magas, ezek az értékek csökkenthetőek (KIRMER és TISCHEW 2006), viszont ennek ismeretéhez a felhasználni kívánt széna propagulum-tartalmát tesztelni kell (RASRAN et al. 2006). A nagyobb siker elérése érdekében általában egyéb módszerekkel, leggyakrabban a talaj felső rétegének eltávolításával együtt alkalmazzák. A talaj felső rétegének (30–50 cm) eltávolítása drasztikusan csökkenti a rendelkezésre álló szervesanyag

tápanyagok, főként a kötöttebb formában, különösen szántóföldi művelés után magas koncentrációban jelen levő P és K mennyiségét (HÖLZEL és OTTE 2003, ALLISON és AUSDEN 2004). Emellett alkalmazásával eltávolítjuk a területen korábban jelenlévő pl. gyomvegetáció magbankjának jelentős részét is (ALDRICH 2002, EDWARDS et al. 2007, ALLISON és AUSDEN 2004).

A szénaráhordásos módszer kombinálható gyepéteglák áthelyezésével, növelve ezzel a területre bekerülő diaspóra mennyiséget (EDWARDS et al. 2007). Egyes esetekben, amikor a terep nem teszi lehetővé nagyméretű munkagépek használatát, nagynyomású vízszugárral teríthetik szét a szénát a területen (ALDRICH 2002). Ez utóbbi módszer alkalmazásával a csírázás számára kedvezőbb nedvességviszonyokat is ki lehet alakítani (KHATER és ARNAUD 2007). Több technika együttes használatával összességében a visszagyepesedés gyorsabb és eredményesebb lehet.

A szénaráhordásos módszernek a magvetéses visszagyepesítéshez képest számos előnye van. (1) A bevitt növényi anyaggal olyan ritkább kísérőfajok propagulumai is bekerülhetnek a területre, melyek a magvetéssel nem, például azért, mert az alacsony borítással, szórványosan jelenlevő kísérőfajok magjainak aratása nem gazdaságos. (2) Nagyobb genetikai variabilitás tartható fenn, mint a termesztett fajok propagulumainak használata esetén. Különösen ajánlott a szénaráhordásos gyepesítés akkor, ha a gyepesíteni kívánt terület táji környezetében megfelelő mennyiségben nyerhető a gyepesítéshez széna. (3) A talajfelszínre rétegzett növényi anyag egyenletesebb mikroklímát hoz létre azáltal, hogy megvédi a talajfelszínt a kiszáradástól, ami a csírázást segíti (PATZELT 1998, KIRMER és TISCHEW 2006). (4) Teljesen csupasz földfelület visszagyepesítése során a növényi réteg védi a talajfelszínt az eróziótól és a deflációtól (DONATH et al. 2007, KIRMER és TISCHEW 2006). (5) Az előkészítő kezelésektől függően olcsó és széles körben alkalmazható (HÖLZEL és OTTE 2003). (6) A módszer további előnye, hogy a területre kiterített növényi anyag hatékonyan képes megakadályozni a gyomosodást, hiszen árnyalja a talajfelszínt és ezzel megakadályozza a fényigényes gyomfajok csírázását (BAZZAZ 1979).

A szénaráhordásos módszernek néhány hátránya is van. (1) Az átvitt növényi anyag minősége nagyban meghatározza a későbbiekben kialakuló növényzetet. Ezért ajánlott egy jó minőségű, fajgazdag gyepről beszerezni a szénát. Ezt megnehezíti az, hogy a megfelelő minőségű gyep terület folyamatosan csökken, így egyre nehezebb alkalmas referencia területet találni (MANCHESTER et al. 1999). Gyengébb minőségű széna esetén nem megfelelő mennyiségű és minőségű mag kerül be a területre, így egy kevésbé fajgazdag gyep alakulhat ki (HÖLZEL és OTTE 2003). (2) Nem ismert, vagy legalábbis nehezen meghatározható az egységnyi területre eső propagulumok mennyisége, és a széna fajösszetétele és tömegességi viszonyai is legfeljebb csak durván becsülhetőek. A fajösszetételt elsősorban az határozza meg, hogy milyen fajok magjai voltak érésben a kaszálás idején. De befolyásolja az is, hogy mennyi ideig volt az időjárás hatásainak kitéve a növényi anyag (MANCHESTER et al. 1999). (3) További hátránya az, hogy igen körültekintően kell eljárni a széna betakarításakor, tárolásakor és kezelésekor, hiszen sok mag a szakszerűtlen aratáskor, tároláskor kihullhat, vagy elveszti a csíráképességét (széna befülledése). Az említett hátrányok ellenére a módszer jól használható és viszonylag olcsó. Javasolható diverzebb gyepközösségek létrehozására, illetve fajszegényebb gyepesítések fajgazdagságának növelésére.

A feltalaj áthelyezés és gyeptéglá átültetés

A távlati célok függvényében a talaj áthelyezésének két típusáról beszélhetünk. Az egyszerűbb, kevésbé költséges eljárás során csupán feltalajt (5–10 cm) hordanak a területre. Számos vizsgálat kimutatta, hogy gyepterületek esetében a talaj-magbank zöme a talaj felső 10–20 cm-es rétegeiben található (HARPER 1977, WARR et al. 1993, THOMPSON és FENNER 2005). Így általában elegendő a referencia terület feltalajának felső 5–10 centiméterét áthelyezni a fogadó területre (PYWELL et al. 1995, ALDRICH 2002, SMITH et al. 2003). Számos száraz és mezofil gyeptípus esetében a tartós magbank (perzisztens magkészlet) fajösszetétele és tömegességi viszonyai jelentős mértékben eltérnek a vegetáció összetételétől (közepes vagy alacsony hasonlóság, Sørensen hasonlóság <0,50: GRIME 1979, ROBERTS 1981, D'ANGELA et al. 1988, GRAHAM és HUTCHINGS 1988, BAKKER et al. 1996, BEKKER et al. 1998, PECO et al. 1998, JENTSCH 2004, HANDLOVÁ és MÜNZBERGOVÁ 2006). Azaz az említett gyepek többségében az aktuális vegetációt alkotó fajok csak kis része képez tartós magkészletet. Ezért célszerű olyan időpontra (tavasz, vagy ősz) időzíteni a feltalaj áthelyezést, amikor a tranziens fajok életképes magjai is jelen vannak a feltalajban, például a tranziens fajok magszórását követő időszakban (tranziens fajok: magjaik a talajban rövid ideig, gyakran csak néhány hónapig életképesek).

A második típusba tartoznak azok a módszerek, melyek során intakt gyeprészeteket, gyeptéglákat visznek át a referencia területekről a célterületre, illetve szélsőséges esetben a teljes gyepterületet áthelyezik. Habár egységnyi referencia területről akár háromszor akkora terület is visszagyepesíthető (PYWELL et al. 1995), ezeknek a módszereknek az alkalmazása csak szükségmegoldásként, könnyen regenerálódó, viszonylag fajszegény gyepterületek esetében lehet indokolt (nyílt homoki gyepek, szikes gyepek), mivel a módszerek komolyan károsítják a referencia területet. A gyeptéglá átültetés során a leggyakrabban 0,5×0,5 m-nél nagyobb területű és 30–50 cm mélységű gyeptéglákban helyezik át a társulás egy részét vagy egészét egy előkészített fogadóterületre (KIRMER és TISCHEW 2006). A társulás egészének áthelyezését kizárólag olyan esetekben alkalmazzák, amikor az adott társulás megőrzése csak a teljes áthelyezésével oldható meg (pl. nagy területre kiterjedő építkezés veszélyezteteti egy védendő társulás területét).

Bármelyik áthelyezési módszert is alkalmazzuk, előnyként említhetjük, hogy az áthelyezett talajjal együtt nem csak a magbank, hanem egy kialakult feltalaj-fauna és mikorrhiza tömeg is átkerül a célterületre. Ezek jelenléte bizonyos fajok megtelepedésében, túlélésében (pl. orchideák) igen fontos szerepet játszik (ALDRICH 2002). Mindezen előnyei ellenére a módszer széles körben történő alkalmazása komolyan veszélyeztetné őshonos, jó természetességű gyepeinket, ezért alkalmazását nem javasoljuk.

Növényegyedek beültetése

A növényi egyedek beültetését a fentebb említett módszerek kiegészítéseként szokták alkalmazni. Általában ritkábban előforduló kísérőfajokat visznek be a területre, amelyek a spontán szukcesszió egy későbbi időszakában jelennek meg. Fontos figyelembe venni azt, hogy az adott faj korábban jelen volt-e a területen. A betelepítéshez nem elegendő indok, hogy a környezeti feltételek megfelelőek a faj fennmaradásához. Ha a faj korábban nem fordult elő az adott területen, akkor betelepítése flórahamisítást jelent.

A módszert ritkán alkalmazzák, mivel a betelepített egyedeknek gyakran korlátozott a terjedési lehetősége, illetve maga a telepítés is általában kevés sikerrel jár, valamint rendkívül munkaigényes és költséges (WALKER et al. 2004).

Melyik módszert alkalmazzuk?

Látható hogy napjainkra számos olyan módszert dolgoztak ki, melyet egy terület gyepesítése során eredményesen alkalmazhatunk. Azt, hogy milyen módszer mellett döntünk, leginkább az adott terület, a gyepesítés célja, illetve nem utolsósorban a rendelkezésre álló anyagi és technikai feltételek határozzák meg. Tehát nem lehet egyik módszer kizárólagos alkalmazását sem javasolni. A módszerek ismertetésekor igyekezünk előnyekre és hátrányokra is kitérni, melyeket az 1. táblázat összegez.

1. táblázat.
Table 1

A gyakoribb gyepesítési módszerek rövid áttekintése
Assessment of the usefulness of grassland restoration methods.

(1) spontaneous succession; (2) hay covering; (3) seed mixture, (4) topsoil transfer; (5) cost; (6) mechanized work; (7) labour expenses; (8) soil cultivation; (9) regeneration speed of grassland; (10) controlling; (11) degree of disturbance; (12) no; (13) low; (14) medium; (15) high; (16) simple; (17) complex

	Spontán gyepesedés (1)	Szénaráhordás (2)	Magvetés (3)	Gyeptégla (4)
Gyepesítési költség (5)	nincs (12)	közepes (14)	magas	magas
Gépigény (6)	alacsony (13)	magas (15)	magas	magas
Élőmunka-igény (7)	alacsony	közepes	magas	közepes
Talaj-előkészítés (8)	nincs	egyszerű (16)	összetett (17)	összetett
Gyepesedés sebessége (9)	alacsony	magas	magas	magas
Írányíthatóság (10)	alacsony	közepes	magas	magas
Beavatkozás mértéke (11)	nincs	alacsony	közepes	magas

A lehetséges módszerek két végletét a spontán szukcesszió és a gyeptégla áthelyezés jelenti. A spontán szukcessziós folyamatokra támaszkodó gyepesítés esetében gyepesítési költség nem merül fel. Ezzel szemben a gyeptégla áthelyezés igen költséges, nagy anyagi ráfordítást és gépparkot igényel, valamint a referencia terület is jelentős mértékben károsodhat. A gyeptégla áthelyezés legnagyobb előnye azonban, hogy ennek segítségével érhetjük el a leggyorsabb gyepesedést, hiszen teljes gyepfoltokat telepítünk át a gyepesítendő területre. A spontán szukcesszió ezzel szemben a tárgyalt négy leggyakoribb módszer közül a leglassabb és a legbizonytalanabb.

A spontán szukcesszió után anyagi ráfordítás tekintetében a szénaráhordás a legkedvezőbb, hiszen itt csupán a széna-aratás, a bálázás, esetlegesen a tárolás és a kiszórás igényel jelentősebb befektetést. A magkeverékek használatakor az aratás mellett a cséplés, tárolás és vetés, illetve a vetést megelőző talaj-előkészítés költségeit is figyelembe kell venni. A magkeverékek vetésével azonban jól irányítható a kialakuló közösség faji összetétele, hiszen általunk választott fajok magjait meghatározható mennyiségben visz-

szük be a területre. Ezzel szemben a szénaráhordás esetén nehéz meghatározni a bevitt csíráképes propagulumok mennyiségét és faji összetételét.

Nagyobb területek gyepesítése során összességében az utóbbi két módszer, azaz magvetéssel történő gyepesítés és a szénaráhordás alkalmazása ajánlott, hiszen a feltalaj-ráhordáshoz képest alacsonyabb anyagi ráfordítással viszonylag rövid idő (2–3 év) alatt jó eredményeket érhetünk el. Alkalmazásuk olyan területeken javasolt különösen, ahol spontán folyamatokra kevésbé támaszkodhatunk, mivel a gyepesítési célnak megfelelő lokális propagulumforrás nem áll rendelkezésre. A sikeres gyeprekonstrukciós program lényeges összetevője a gyepesítés utáni gyepkezelés. Ha térben egyenetlen a gyepesedés, akkor szükség lehet felülvetésre, azaz azoknak a fajoknak az újbóli vetésére, amelyeknek a mennyiségével nem vagyunk elégedettek. Az előnyös fajösszetétel stabilizálása vagy a megindult gyepesedési folyamatok felgyorsítása szempontjából lényeges lehet a területen korábban jellemző hagyományos – általában extenzív – művelési módok visszaállítása. A leggyakoribb ezek közül a kaszálás és a legeltetés valamilyen formája. A gyepesítés utáni néhány évben pl. erőteljes gyomosodás esetén a szárzúzás, kaszálás, a felülvetés illetve az extenzív legeltetési módszerek igény szerinti kombinálása gyorsíthatja a gyepesedés folyamatát.

IRODALOM – REFERENCES

- ALDRICH J. H. 2002: Factors and benefits in the establishment of modest-sized wildflower plantings: a review. *Native Plant Journal* 3: 67–86.
- ALLISON M., AUSDEN M. 2004: Successful use of topsoil removal and soil amelioration to create heathland vegetation. *Biological Conservation* 120: 221–228.
- BAKKER J. P. 1989: *Nature management by grazing and cutting*. Kluwer, Dordrecht.
- BAKKER J. P., POSCHLOD P., STRYKSTRA R. J., BEKKER R. M., THOMPSON K. 1996: Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta Bot. Nederl.* 45: 461–490.
- BARCSÁK Z., KERTÉSZ I. 1986: *Gazdaságos gyeptermesztés és hasznosítás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- BAZZAZ F. A. 1979: The physiological ecology of plant succession. *Annual Review of Ecology and Systematics* 10: 351–371.
- BEKKER R. M., BAKKER J. P., GRADIN U., KALAMEES P., MILBERG P., POSCHLOD P., THOMPSON K., WILLEMS H. 1998: Seed size, shape and vertical distribution in the soil: Indicators of seed longevity. *Functional Ecology* 12: 834–842.
- BONN S., POSCHLOD P. 1998: *Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas*. Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden.
- BOSSHARD A. 1999: *Renaturierung artenreicher Wiesen auf nährstoffreichen Böden*. J. Cramer, Berlin.
- BUREL F., BAUDRY J., BUTET A., CLERGEAU P., DELETTRE Y., LE COEUR D., DUBS F., MORBAN N., PAILLAT G., PETIT S., THENAIL C., BRUNEL E., LEFEUVRE J.-C. 1998: Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica* 19: 47–60.
- CLEWELL A. F. 2000: Restoring for natural authenticity. *Ecological Restoration* 18: 216–217.
- CRAMER V. A., HOBBS R. J. (eds.) 2007: *Old fields: dynamics and restoration of abandoned farmland*. Island Press.
- CRITCHLEY C. N. R., BURKE M. J. W., STEVENS D. P. 2003: Conservation of lowland semi-natural grasslands in the UK: a review of botanical monitoring results from agri-environment schemes. *Biological Conservation* 115: 263–278.
- CSECSERITS A., RÉDEI T. 2001: Secondary succession on sandy old fields in Hungary. *Applied Vegetation Science* 4: 63–74.
- CSECSERITS A., SZABÓ R., HALASSY M., RÉDEI T. 2007: Testing the validity of successional predictions on an old field chronosequence in Hungary. *Community Ecology* 8: 195–207.
- D'ANGELA E., FACELLI J. M., JACOBO E. 1988: The role of the permanent soil seed bank in early stages of a postagricultural succession in the Inland Pampa, Argentina. *Vegetatio* 74: 39–45.

- DEÁK B., VIDA E., VALKÓ O., MIGLÉCZ T. 2008: Restoration of alcalic and steppe grasslands in arable fields with low diversity seed mixtures. *Acta Pericemonologica* (megjelenés alatt)
- DONATH T. W., BISSELS S., HÖLZEL N., OTTE A. 2007: Large scale application of diaspore transfer with plant material in restoration practice – Impact of seed and microsite limitation. *Biological Conservation* 138: 224–234.
- EDWARDS A. R., MORTIMER S. R., LAWSON C.S., WESTBURY D. B., HARRIS S. J., WOODCOCK B. A., BROWN V. K. 2007: Hay strewing, brush harvesting of seed and soil disturbance as tools for the enhancement of botanical diversity in grasslands. *Biological Conservation* 134: 372–382.
- FOSTER B. L., MURPHY C. A., KELLER K. R., ASCHENBACH T. A., QUESTAD E. J., KINDSCHER K. 2007: Restoration of prairie community structure and ecosystem function in an abandoned hayfield: a sowing experiment. *Restoration Ecology* 15: 652–661.
- GRAHAM D. J., HUTCHINGS M. J. 1988: Field investigation of germination from the seed bank of a chalk grassland ley on former arable land. *Journal of Applied Ecology* 25: 253–263.
- GRIME J. P. 1979: *Plant strategies and vegetation processes*. J. Wiley & Sons, Chichester.
- HALASSY M. 2001: Possible role of seed bank in the restoration of open sand grassland in old fields. *Community Ecology* 2: 101–108.
- HANDLOVÁ V., MÜNZZBERGOVÁ Z. 2006: Seed banks of managed and degraded grasslands in the Krkonose Mts., Czech Republic. *Folia Geobotanica* 41: 275–288.
- HARPER J. 1977: *Population biology of plants*. Academic Press, London.
- HUTCHINGS M. J., BOOTH K. D. 1996: Studies on the feasibility of re-creating chalk grassland vegetation on ex-arable land. I. The potential roles of the seed bank and the seed rain. *Journal of Applied Ecology* 33: 1171–1181.
- HÖLZEL N., OTTE, A. 2003: Restoration of a species-rich flood meadow by topsoil removal and diaspore transfer with plant material. *Applied Vegetation Science* 6: 131–140.
- JENTSCH A. 2004: *Disturbance driven vegetation dynamics*. Cramer, Stuttgart.
- JONGEPIEROVÁ I., MITCHLEY J., TZANOPOULOS J. 2007: A field experiment to recreate species rich hay meadows using regional seed mixtures. *Biological Conservation* 139: 297–305.
- KHATER C., ARNAUD M. 2007: Application of restoration ecology principles to the practice of limestone quarry rehabilitation in Lebanon. *Lebanese Science Journal* 8: 19–28.
- KIRMER A., TISCHEW S. (eds.) 2006: *Handbuch; naturnahe Begrünung von Rohböden*. Teubner Verlag, Wiesbaden.
- KIRMER A., MAHN E.G. 2001: Spontaneous and initiated succession on unvegetated slopes in the abandoned lignite-mining area of Goitsche, Germany. *Applied Vegetation Science* 4: 19–27.
- LEPŠ J., DOLEŽAL J., BEZEMER T. M., BROWN V. K., HEDLUND K., IGUAL ARROYO M., JÖRGENSEN H.B., LAWSON C.S., MORTIMER S. R., PEIX GELDART A., RODRIGUEZ BARRUECO C., SANTA REGINA I. ŠMILAUER P., VAN DER PUTTEN W. 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.
- MANCHESTER S. J., McNALLY S., TREWEEK J. R., SPARKS T. H., MOUNTFORD J. O. 1999: The cost and practicality of techniques for the reversion of arable land to lowland wet grassland – an experimental study and review. *Journal of Environmental Management* 55: 91–109.
- MARTIN L. M., WILSEY B. J. 2006: Assessing grassland restoration success: relative roles of seed additions and native ungulate activities. *Journal of Applied Ecology* 43: 1098–1109.
- MATUS G., TÓTHMÉRÉSZ B. 1995: Pioneer phase of succession in a ruderal weed community. *Acta Botanica Hungarica* 39: 51–70.
- 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 on vegetation dynamics and seed bank formation of inland dune grassland in Hungary. *Flora* 200: 296–306.
- MOLNÁR Zs., BOTTA-DUKÁT Z. 1998: Improved space-for-time substitution for hypothesis generation: secondary grasslands with documented site history in SE-Hungary. *Phytocoenologia* 28: 1–29.
- PATZELT, A. 1998: Vegetationsökologische und populationsbiologische Grundlagen für die Etablierung von Magerwiesen in Niedermooren. *Diss. Bot.* 297: 1–154.
- PECO B., ESPIGARES T., LEVASSOR C. 1998: Trends and fluctuations in species abundance and richness in Mediterranean annual pastures. *Applied Vegetation Science* 1: 21–28.
- PIPER J. K., SCHMIDT E. S., JANZEN A. J. 2007: Effects of species richness on resident and target species components in a prairie restoration. *Restoration Ecology* 15: 189–198.

- PRACH K., PYŠEK P. 2001: Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe. *Ecological Engineering* 17: 55–62.
- PYWELL R. F., WEBB N. R., PUTWAIN P. D. 1995: A comparison of techniques for restoring heathland on abandoned farmland. *Journal of Applied Ecology* 32: 400–411.
- PYWELL R. F., BULLOCK J. M., HOPKINS A., WALKER K. J., SPARKS T.H., BURKE M. J. W., PEEL S. 2002: Restoration of species-rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi-site experiment. *Journal of Applied Ecology* 39: 294–309.
- RASRAN L., VOGT K., JENSEN K. 2006: Seed content and conservation evaluation of hay material of fen grasslands. *Journal for Nature Conservation* 14: 34–45.
- ROBERTS H. A. 1981: Seed banks in soil. *Advances in Applied Biology* 6: 1–55.
- RUPRECHT E. 2005: Secondary succession in old-fields in the Transylvanian Lowland (Romania). *Preslia* 77: 145–157.
- RUPRECHT E. 2006: Successfully recovered grassland: a promising example from Romanian old-fields. *Restoration Ecology* 14: 473–480.
- SIMMERING D., WALDHARDT R., OTTE A. 2006: Quantifying determinants contributing to plant species richness in mosaic landscapes: a single- and multi-patch perspective. *Landscape Ecology* 21: 1233–1251.
- SMITH B. M., DIAZ A., WINDER L., DANIELS R. 2005: The effect of provenance on the establishment and performance of *Lotus corniculatus* L. in a re-creation environment. *Biological Conservation* 125: 37–46.
- STEVENSON M.J., BULLOCH J.M., WARD L.K. 1995. Recreating semi-natural communities, effects of sowing rate on establishment of calcareous grasslands. *Restoration Ecology* 3: 279–289.
- STRYKSTRA R. J., VERWEIJ G. L., BAKKER J. P. 1997: Seed dispersal by mowing machinery in a Dutch brook valley system. *Acta Botanica Neerlandica* 46: 387–401.
- SZEMÁN L. 2005: A fajgazdag, vadvirágos gyepek jelentősége. In: *Gyep-Állat-Vidék-Kutatás-Tudomány* (szerk.: JÁVOR A.). DE Agrártudományi Centrum, Debrecen.
- THOMPSON K., BAKKER J. P., BEKKER R. M. 1997: *Soil seed banks of North West Europe: Methodology, Density and Longevity*. Cambridge University Press, UK.
- THOMPSON K., FENNER M. 2005: *Seed Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- TÖRÖK P., MATUS G., PAPP M., TÓTHMÉRÉSZ B. 2008a: Seed bank and vegetation development of sandy grasslands after goose breeding. *Folia Geobotanica* (megjelenés alatt).
- TÖRÖK P., MATUS G., PAPP M., TÓTHMÉRÉSZ B. 2008b: Secondary succession in overgrazed Pannonian sandy grasslands. *Preslia* 80: 73–85.
- TÖRÖK P., DEÁK B., VIDA E., LONTAY L., LENGYEL SZ., TÓTHMÉRÉSZ B. 2008c: Tájéleptékű gyeprekonstrukció löszös és szikes fűmag-keverékekkel a Hortobágyi Nemzeti Park (Egyek-Pusztakócs) területén. *Botanikai Közlemények* (megjelenés alatt).
- VAN DIJK G. 1991: The status of semi-natural grasslands in Europe. In: *The Conservation of Lowland Dry Grassland Birds in Europe* (Eds. GORIUP, P.D., BATTEN, L.A., NORTON, J.A.). Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, pp. 15–36.
- VAN DER PUTTEN W. H., MORTIMER S. R., HEDLUND K., VAN DIJK C., BROWN V. K., LEPS J., RODRIGUEZ-BARRUECO C., ROY J., DIAZ LEN T. A., GORMSEN D., KORTHALS G.W., LAVOREL S., SANTA REGINA I., SMILAUER P. 2000: Plant species diversity as a driver of early succession in abandoned fields: a multi-site approach. *Oecologia* 124: 91–99.
- 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.
- WARR S. J., THOMPSON K., KENT M. 1993: Seed banks as a neglected area of biogeographic research: a review of literature and sampling techniques. *Progress in Physical Geography* 17: 329–347.
- WARREN J., CRISTAL A., WILSON F. 2002: Effects of sowing and management on vegetation succession during grassland habitat restoration. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 93: 393–402.
- ZEITER M., STAMPFLI A., NEWBERY D. M. 2006: Recruitment limitation constrains local species richness and productivity in dry grassland. *Ecology* 87: 942–951.

A REVIEW AND ASSESSMENT OF GRASSLAND RESTORATION TECHNIQUES
IN ARABLE LANDS

E. Vida¹, P. Török¹, B. Deák², B. Tóthmérész^{1*}

¹ Department of Ecology, University of Debrecen, H-4010 Debrecen, Egyetem tér 1., POBox 71

² Hortobágyi National Park Directorate, H-4024 Debrecen, Sumen út 2

* corresponding author: *tothmerb@delfin.unideb.hu

Accepted: 20 October 2008

Keywords: spontaneous succession, restoration ecology, seed-mixture, hay-transport, seed sowing

Grassland restoration is a high priority topic in restoration ecology throughout the World. Restoration of grasslands in former arable fields is an effective way to increase biodiversity at the landscape level. We review the methods used for grassland restoration and assess their usefulness from the point of view of nature management. (i) The most natural way of restoration is based on spontaneous succession. This is the simplest and also the cheapest method for grassland restoration. But in the lack of propagule input of target species the restoration process is very slow and unpredictable. (ii) Raw plant material or hay also can be used for restoration. This is also a cheap method, but the species composition and seed content of the species could be hardly controlled. (iii) Sowing of low and high diversity seed mixtures are effective but mostly expensive ways to restore grasslands. (iv) Grassland restoration can be based on topsoil transfer from donor sites. This is an effective method because of the transfer of intact grassland fragments, but could cause the degradation of the donor sites. Usefulness of the grassland restoration methods depends on the abiotic and biotic conditions of the target site, and also on the availability of material and human resources.