

Földalatti ökoszisztéma-mérnök fajok szerepe a gyepek fenntartásában

Szabó Gábor – Zimmermann Zita

MTA ÖK Ökológiai és Botanikai Intézet, Vácrátót
szabo.gabor@okologia.mta.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben földalatti életmódot folytató kismérsősök tevékenységének hatását szeretnénk elemezni a vegetációra, felhasználva több taxon vizsgálata kapcsán különböző vegetációtípusokban és klímaövezetben kapott eredményeket. Az irodalmi adatok mellett saját kutatási eredmények is helyet kapnak a cikkben.

Az ökoszisztéma-mérnök fajok jellegzetessége, amellyel, hogy befolyásolják az élőhelyük biotikus és abiotikus viszonyait, új élőhelyeket is létrehozhatnak. Ezen fajok közé tartoznak a földalatti életmódot folytató rágcsálók is, amelyek, mivel szinte az egész világon előfordulnak (kivéve Ausztráliát és az Antarktisz), jelentős szerepet játszanak a különböző ökoszisztémák működésében.

A növényevő, földalatti járatokat készítő rágcsálók hatással vannak a növényi diverzitásra és a dominancia-viszonyokra, a társulások szerkezetére és fajkompozíciójára, a biomassa mennyiségére, valamint a növények terjedésére.

Az eddigi eredmények alapján a földalatti rágcsálók tevékenysége a legtöbb esetben növelte a növényzet diverzitását, valamint csökkentette a biomassa mennyiségét. A fajkompozíció azonban minden esetben megváltozott.

Kulcsszavak: fajkompozíció, diverzitás, biomassa, ökoszisztéma-mérnök fajok, nyugati földikutya

SUMMARY

In this review we would like to analyze the effects of the subterranean rodents on vegetation using results from research of several taxons in different vegetation types and climate.

Ecosystem engineers are organisms that modify, maintain, and create habitats. Subterranean rodents belong to this group. These species have an impact on the vegetation the microtopographical features of the soil and bulk density, they can change the structure, organic matter and moisture content of the soil they reduce the proportion of nitrogen. The fossorial rodents occur almost all over the world (except Australia and Antarctica).

These herbivorous species burrow tunnels under the ground and with this they have an impact on the floral diversity and dominance relations, the structure and composition of the association, the amount of biomass production as well as the distribution of plants and seeds. They can take effect directly with consumption of plants and indirectly with affect the plant-soil relations.

At the basis of the results the activity of the subterranean rodents enhanced the diversity in most of the cases (of course there were also negative results and some researcher didn't find any differences between the mounds and the plots with no mounds). Their effect on the biomass was usually negative but they changed the species composition of their habitat at all times.

Keywords: species composition, diversity, biomass production, ecosystem-engineering species, lesser blind mole rat

BEVEZETÉS

Az ökoszisztéma-mérnök fajok jellegzetessége, amellyel, hogy befolyásolják az élőhelyük biotikus és abiotikus viszonyait, új élőhelyeket is létrehozhatnak (Jones et al., 1994). Hatással vannak a növényzetre (Ellison és Aldous, 1952; Foster és Stubbendieck, 1980; Reichman és Smith, 1985; Huntly és Reichman, 1994; Nosal et al., 2010; Case et al., 2013), a talaj mikrotopográfiai jellemzőire (Inouye et al., 1997) és sűrűségére (Kerley et al., 2004), képesek megváltoztatni a talaj szerkezetét, szervesanyag- és nedvességtartalmát (Mielke, 1977), valamint csökkentik a nitrogén mennyiségét a talajban (Inouye et al., 1987).

A földalatti életmódot folytató rágcsálók besorolhatók az ökoszisztéma-mérnök fajok közé (Huntly és Inouye, 1988; Reichman és Seabloom, 2002; Zhang et al., 2004; Hagenah és Bennett, 2013). Mivel szinte az egész világon előfordulnak (kivéve Ausztráliát és az Antarktisz), jelentős szerepet játszanak a különböző ökoszisztémák működésében (a rágcsálók és környezetük közti kölcsönhatásokat összefoglalja Dickman, 1999, valamint Huntly és Reichman, 1994).

A földfelszín alatt élő emlősök közé főként négy család taxonjai tartoznak, amelyek földrajzilag jól elkülönülnek egymástól: Észak-Amerikában a *Geomyidae*, Dél-Amerikában a *Ctenomyidae*, Európában a *Spalacidae*, valamint Afrikában a *Bathyergidae* család fordul elő (Nevo, 1979). Más források szerint legalább hét olyan család van, melynek néhány, vagy akár minden tagja földalatti életmódot folytat (Reichman, 2007).

A növényevő, földalatti járatokat készítő rágcsálók hatással vannak a növényi diverzitásra és a dominancia-viszonyokra (Brown és Heske, 1990), a társulások szerkezetére és fajkompozíciójára (Hobbs és Mooney, 1985; Huntly és Inouye, 1988; Gibson, 1989; Swihart és Picone, 1991), a biomassa mennyiségére (Grant et al., 1980; Grant és McBayer, 1981; Reichman és Jarvis, 1989), valamint a növények terjedésére (Galil, 1967; Ryser és Gigon, 1985; Borghi és Giannoni, 1997). Hatásukat kifejthetik közvetlenül, a növények fogyasztásával (Detling és Painter, 1983), valamint közvetve, a talaj-növény kapcsolatok befolyásolásával (Aho et al., 1998).

Hazánkban az 1960-as évek óta folyamatosan csökken a legelő állatok (elsősorban a juh és a szarvasmarha) állománya (KSH, 2012; Török et al., 2011; Valkó et al., 2012; Bedő és Póti, 1999; Póti, 1998; Póti et al., 2007). A gyeppgazdálkodási és természetvédelmi szempontból egyaránt megfelelő állapot (fajgazdagság, avarmennyiség csökkenése,

stb.) eléréséhez azonban szükséges bizonyos zavarás, amelyet a legeltetés korábban biztosított (Kelemen et al., 2013; Szentés et al., 2009a, b, 2012, Házi et al., 2011, 2012). A földalatti életmódot folytató kisemlősök tevékenysége (a növényzet föld alatti és föld feletti biomasszájának fogyasztása, túrások általi bolygatás) képes lehet pótolni a legelő állatok hiányát, valamint fenntartani a gyepek diverzitását és természetes fajkompozícióját.

A cikkben földalatti életmódot folytató kisemlősök tevékenységének hatását szeretnénk elemezni a vegetációra, felhasználva több taxon vizsgálata kapcsán különböző vegetációtípusokban és klímaövezetben kapott eredményeket. Az irodalmi adatok mellett saját kutatási eredmények is helyet kapnak a dolgozatban.

AZ ÖKOSZISZTÉMA-MÉRNÖK FAJOK ÉLETMÓDJA

Ezen fajok közös tulajdonsága, hogy saját maguk által ásott föld alatti üregekben élnek, melyek hosszúsága és mélysége fajoként eltérő. A tasakospatkányok általában a növények átlagos gyökérmélységéig ásnak le (6-20 cm), más fajok azonban akár 1,5 m mélyre is fúrhatják járataikat (Reichman és Seabloom, 2002), jelentős mennyiségű talajt megmozgatva ezzel. A járatok a terület 7,5%-át lefedhetik (Reichman et al., 1982), a túrások pedig akár a terület 30%-át is elfoglalhatják, mint ezt afrikai földikutyafajokon megfigyelték (Reichman és Jarvis, 1989).

Jól alkalmazkodtak a földalatti életmódhoz: mellső lábaik kiválóan alkalmasak a járatok ásására, ezen felül a földikutyák az elülső fogait is használják az ásáshoz. Vannak olyan fajok (pl. a földikutyák), amelyek szinte teljes életüket a föld alatt töltik, más csoportok, mint a préríkutyák, többet tartózkodnak a felszínen. Az állandóan föld alatt tartózkodó fajok (pl. a földikutyák) szeme és fülkagylói visszafejlődtek (Stein, 2000).

Növényevők, főként a föld alatti növényi részekkel (gyökerek, hagymák, gumók) táplálkoznak, de elfogyasztják a növények föld feletti részeit is (Heth, 1991). Általában generalisták (több növényfajt fogyasztanak), de előfordul, hogy egyes fajokat (pl. pillangósok) jobban preferálnak, másokat pedig elkerülnek. A legtöbb faj halmoz fel készleteket olyan időszakokra, amikor friss növényi részek nem érhetők el.

ÉSZAK-AMERIKA

A legtöbb, földalatti életmódú kisemlősökkel foglalkozó kutatás Észak-Amerikában folyt és folyik jelenleg is, ezek alanyai elsősorban a préríkutyák (*Cynomys*) és tasakospatkány-félék (*Geomidae*).

A préríkutyák megváltoztatják a vegetáció fajkompozícióját (Agnew et al., 1986; Whicker és Detling, 1988). A tasakospatkányok szintén hatással vannak a növényzetre (Inouye et al., 1987; Huntly és Inouye, 1988). Deets et al. (2010) kutatásai alapján több faj fordult elő a túrásokon, mint a

kontrollterületeken. Williams et al. (1986) és Martinsen et al. (1990) magasabb diverzitást mutatott ki a préríkutyák túrásain. Sherrod et al. (2005) és Case et al. (2013) szerint a túrások okozta zavarás növelte a diverzitást, ezzel szemben Rezsutek és Cameron (2000), valamint Rogers et al. (2001) nem talált eltérést a túrt és a nem túrt területek között a diverzitás tekintetében. Spencer et al. (1985) szerint a földalatti rácsálók által okozott zavarás növelheti a kétszikűek arányát. A *Geomys bursarius* túrásai segítik a kétszikű fajok csírázását, növelve ezzel a növényfajok diverzitását (Hartnett és Keeler, 1995). Préríkutyák hatását vizsgálva a félsivatagi növényzetre, az évelők mennyisége a túrásokon alacsonyabb, mint a kontrollterületeken, míg az egyévesek a túrásokon domináltak. A diverzitás nem mutatott eltéréseket a két terület között (Kerley et al., 2004).

Parlagokon a préríkutyák túrásainak hatására megváltozott a biomassa mennyisége (Reichman és Smith, 1985). A legmagasabbnak a túrások környékén bizonyult, a legalacsonyabbnak pedig az aktív túrásokon. Ez a hatás több évig is érvényesül, mivel a biomassa mennyisége a felhagyott túrásokon is alacsonyabbnak mutatkozott, mint a kontrollterületeken.

Mielke (1977) összefoglalja az addigi ismereteket a préríkutyák vegetációra gyakorolt hatásairól: a produkció változatlan volt a túrásokkal érintett területeken, azonban a fajkompozíció megváltozott (a kétszikűek aránya nőtt, a fűfélék aránya csökkent). Erdőirtás után a felnövekvő csemeték több, mint 80%-át elfogyasztották az állatok. Beszámol a bölények és a préríkutyák egymást kiegészítő táplálkozásáról: a préríkutyák túrásaikon csökken a kétszikűek aránya, azonban nő a füveké, a bölény ezzel szemben a fűféléket fogyasztja, és taposásával növeli a kétszikűek arányát, kiegyenlítve a túrások csökkentő hatását.

Félszáraz gyepekben a biomassa mennyisége alacsonyabbnak bizonyult a túrások által érintett területeken (Foster és Stubbendieck, 1980). Az avar felhalmozódása érdekes módon a túrásokon intenzívebb volt, mint a kontrollterületeken, ennek oka valószínűleg a korábbi legeltetésben keresendő, ugyanis a túrásokon előforduló fajokat kevésbé legelték le az állatok, így azok avarként megmaradtak a területen. Az egyéves füvek, cserjék, valamint az egyéves és évelő kétszikűek szintén a túrásokon domináltak, a kontrollterületeken egyedül az évelő füvek borítása ért el magasabb értéket (azonban ezen fajok gyakorisága a túrt területeken a túrások korának növekedésével nőtt). A vizsgálatban egy homoki és egy nedvesebb élőhelyet hasonlítottak össze, a biomassa mennyisége a nedves területen volt magasabb.

A préríkutyák igen elterjedt faj, és mivel növényevő, valamint tevékenységével csökkenti a gyepek biomassza-termelését, az állattartók szemében nemkívánatos elemmé vált, irtása bevett gyakorlat volt. Arról azonban kevés információ áll rendelkezésre, hogy milyen szerepet tölt be tulajdonképpen a préríkutyák a füves élőhelyeken.

Ennek vizsgálatára született többek között az a cikk, amely a kistestű emlősök, madarak és a növényzet diverzitását tárta fel a prérrikutyák élőhelyén, félszáraz kevertfűvű prérin (Agnew et al., 1986). A növényzet borítása és a diverzitás alacsonyabbnak bizonyult a túrásokon, a kétszikűek borítása ezzel szemben a túrásokon volt magasabb. Érdekes viszont, hogy a kisemlősfajok példányszáma magasabb volt a túrások környékén (diverzitásuk azonban alacsonyabb), a madárfajok példányszámával és diverzitásával egyetemben. Ez annak köszönhető, hogy a túrásokon alacsonyabb a növényzet, kisebb a borítás és kevesebb az avar, valamint a prérrikutyák mozaikos élőhelyszerkezetet alakítanak ki. Tehát ezek a növényzet szempontjából negatívnak tekinthető hatások egyes állatfajok szempontjából kedvezőek, ezért a prérrikutyák irtása más fajokat is veszélyeztet.

A prérrikutyák túrásai negatív hatással bírnak az avar felhalmozódására és a domináns fűfajokra, ezáltal lehetőséget teremtenek a szubordinált fajok felszaporodására, növelve a diverzitást a túrásokon (Bartha, 2001). A különböző korú parlagokon végzett kutatás kimutatta, hogy a prérrikutyák túrásainak csak időlegesen van szerepe a szukcesszióban: mindössze a középidoős parlagokon volt megfigyelhető pozitív térbeli asszociáció a túrások és a szubordinált funkciócsoportok között, azonban az élő kétszikűek és fűfélék térben függetlenül fordultak elő, nem voltak kapcsolatban a túrásokkal.

Kevés olyan tanulmány született, amely több faj együttes hatását vizsgálja a biotikus és abiotikus környezetre, ezek egyike a Chihuahua-sivatagban készült, egy prérrikutyá- (*Cynomys gunnisoni*) és egy kengurupatkány-fajjal (*Dipodomys spectabilis*). Vizsgáltak olyan területeket, ahol mindkét faj jelen volt, olyanokat, ahol csak a kengurupatkányok éltek, valamint olyan területeket is, ahonnan kizárták a prérrikutyát és mindkét fajt is (Davidson és Lightfoot, 2008). A kétszikűek borítása azokon a területeken volt a legmagasabb, ahol mindkét faj előfordult, míg a fűfélék mennyisége a csak a kengurupatkányok által használt részekben volt magasabb, ezen belül is a nem túrt területeken. A bekerített területeken jelentősebb volt a kétszikűek aránya. A fajkompozíció jelentős eltéréseket mutatott a különböző kezelési területek esetében. A növényfajok diverzitása magasabb volt azokon a területeken, ahol együtt élt a két faj. Mivel a járatok kialakítása eltérő, a prérrikutyák és a kengurupatkányok együttélése mozaikos, heterogén tájszerkezetet alakít ki, jól kiegészítik egymást. Az is kiderült a vizsgálatból, hogy – éppen az eltérő járatszerkezet- és mélység miatt – a prérrikutyák (amelyek mélyebben ássák a járatokat és kisebb túrásokat készítenek) kizárása jelentősebb hatással bírt a vegetációra, míg a kengurupatkányok (amelyek járatai sekélyebben, kb. 1 m mélységben futnak a felszín alatt, de túrásaik nagyobbban) kizárása nem okozott jelentős különbségeket.

DÉL-AMERIKA

Dél-Amerikában három neme fordul elő a földalatti emlősöknek: a *Ctenomys* (tukó) fajok főleg a kontinens déli részén, a *Spalacopus* fajok Chilében, az *Orthogeomys* (óriástasakospatkány) fajok pedig Kolumbiában (Contreras et al., 1993). Annak ellenére, hogy ezek a fajok szintén fontos elemei a helyi ökoszisztémáknak, viszonylag kevés tanulmány foglalkozik a témával.

Contreras et al. (1993) foglalja össze az addigi ismereteket a fenti taxonok környezetükre gyakorolt hatásaival kapcsolatban. A *Spalacopus* fajok túrásai hozzájárulnak az egyéves fajok dominanciájához, mivel a megbolygatott talajt először ezek a fajok kolonizálják. Az állatok táplálkozása és túrása elősegíti a geofiton fajok terjedését.

Egy tengerparti gyepevegetációban végzett vizsgálat nem talált különbséget a *Ctenomys talarum* által túrt gyepek és a kontrollterületek diverzitása között (Malizia et al., 2000), azonban a fajkompozíció szempontjából voltak eltérések (pl. az egyik domináns fűfaj, a *Poa lanuginosa* a túrásokon, a másik domináns fűfaj, a *Panicum racemosum* azonban a nem túrt területeken volt gyakoribb). A túrások szabad felszíneket hoznak létre, a talaj bolygatásával pedig megnő a tápanyagtartalom, ez okozza a fajkompozíció átalakulását. A biomassa és az avar mennyisége a túrásokon volt a legmagasabb.

A gyepek mellett vannak eredmények fás élőhelyekről is. Félszáraz erdőssztyepp vegetációban kétféle, egy *Ctenomys*-faj által lakott területet vizsgáltak: az egyik kevésbé volt zavart, a másik intenzívebben (ezeken a területeken kétszer annyi túrás fordult elő, mint az előbbieken). A lágyszárú és fásszárú fajok borítása egyaránt a kevésbé zavart területeken volt magasabb. A fajkompozíció is eltérő volt a két terület között: voltak olyan fajok, amelyek a kevésbé, és voltak olyanok, amelyek az intenzívebben zavart területet preferálták. A diverzitás fluktuált mindkét területen, egyértelmű tendenciát nem lehetett megállapítani, ez az állatok egyedszámától, valamint az érintett növénytársulás kezdeti állapotától, szerkezetétől függ (Campos et al., 2001).

ÁZSIA

Ázsiából viszonylag kevés adatot ismerünk a témával kapcsolatban. A kisemlősök (elsősorban a pocoknyúl-félék) sztyepei élőhelyeken fordulnak elő, ahol konkurenciát a legelő háziállatoknak. Emiatt mérgek kihelyezésével drasztikusan irtják az állományaikat, annak ellenére, hogy fontos szerepet töltenek be a sztyepei ökoszisztémák fenntartásában. A feketeajkú pocoknyulak (*Ochotona curzoniae*) által ásott járatok más fajok (madarak, gyíkok) élőhelyeül is szolgálnak, valamint maguk az állatok fontos táplálékát képezik a különböző ragadozóknak. A bolygatás hatására megnő a növényi diverzitás (Smith és Foggin, 1999).

Bagchi et al. (2006) a Tibeti-fennsík alhavasi sztyeppén az *Ochotona curzoniae* és az *Alticola stoliczkanus* szirtipocok-fajok kolóniáinak hatását vizsgálta a vegetációra. Összehasonlították a működő és a felhagyott telepek, valamint a telepen belüli és telepen kívüli növényzet borítását és diverzitását. Eredményeik alapján a növényzet borítása az aktív és a felhagyott kolóniákban a telepen belül egyaránt alacsonyabb volt, mint kívül. A fajgazdagság ugyanakkor az aktív kolóniák esetében szignifikánsan magasabbnak bizonyult a telepen belül, a felhagyott kolóniákban azonban nem volt különbség az állatok által feltúrt gyepek és a túrások által nem érintett gyepek között. A diverzitás átlaga a túrások számával összefüggésben változott. A pocoknyulak és a szirtipocokok tevékenysége tehát hozzájárul a diverzitás növeléséhez, azonban a diverzitás alakulását a túrások számának függvényében szemlélve azt kapták, hogy közepes értékeknél a legmagasabb a diverzitás, a túrások számának növekedésével azonban csökkenő tendenciát mutat. A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a sztyepei élőhelyek degradációja nem a kisemlősök túrásainak és táplálkozásának köszönhető, hanem a túllegeltetésnek és a hagyományos állattartási technológiák (szakaszos legeltetés, a legelőterületek évszakos váltogatása, stb.) eltűnésének.

A *Myospalax fontanierii* földikutyája faj negatív hatással bír alhavasi mocsárrétek biomassza-mennyiségére (Zhang et al., 2004). Az ugyancsak a Tibeti-fennsíkon végzett kutatás különböző típusú járatokban (a talajfelszínhez közeli és mélyebben fúrt járatok, visszatemetett és nem használt járatok) és kontrollterületeken hasonlította össze a föld feletti és földalatti biomassza mennyiségét, ezen belül elemezte az egyszikűek és kétszikűek részesedését a biomasszából. Az állatok tevékenysége csökkentette a földalatti biomassza mennyiségét, a föld feletti biomasszára gyakorolt hatás azonban függött a járatok mélységétől: minél mélyebbre ásták a járatot a földikutyák, annál kevésbé befolyásolták a zöld növényi anyag mennyiségét a felszínen. A túrt területeken alacsonyabbnak bizonyult a kétszikűek aránya, a betemetett járatok is az egyszikű fajok terjedésének kedveztek. A vizsgálat konklúziója ellentétes a fent említett másik kutatással: a földikutyák jelentősen hatnak a biomassza-termelésre, hosszútávon túrásaik és a növények föld alatti részeinek fogyasztása negatív hatással van a vegetációra, azonban hangsúlyozza az állatok szerepét a sztyepei ökoszisztémák működésében.

AFRIKA

Reichman és Jarvis (1989) három, hasonló életmódot folytató földikutyája faj (*Bathyergus suillus*, *Georchus capensis* és *Cryptomys hottentotus*) járatai, túrásai és a biomassza mennyiségének összefüggéseit, valamint a fajok táplálkozási szokásait vizsgálta homokon található, ún. „fynbos” vegetációban, Dél-Afrikában.

A mintákban megkülönböztették a földalatti és föld feletti, az egyszikű és kétszikű növényeket, valamint külön vizsgálták a gyökereket és hajtásokat. Az összes biomassza mennyisége mindhárom faj esetében alacsonyabb volt a járatok és a túrások által érintett területeken, mint a kontrollterületen. Annak ellenére, hogy a *B. suillus* szívesebben fogyasztja a föld feletti növényeket, a *C. hottentotus* pedig a gumókat, előfordulásuk nem tükrözte ezt a preferenciát, valamint az egyes növényi csoportok biomasszájának mennyiségében sem találtak különbséget a három faj között.

Ugyanezen társulásban, ugyanezen fajokkal (*Georchus capensis* és *Cryptomys hottentotus*) végzett friss kutatás (Hagenah és Bennett, 2013) a földikutyák mint ökoszisztéma-mérnök fajok az afrikai élőhelyeken betöltött szerepének pontosabb megértését tűzte ki célul. A két faj közül a *G. capensis* nedvesebb, a *C. hottentotus* pedig szárazabb élőhelyfoltokban fordult elő. A túrások által érintett területeken cönológiai felvételeket készítettek, majd levágták a kvadrátokba eső biomasszát. Eredményeik alapján nagyobb térléptékben a földikutyák jelenléte szintén csökkentette a biomassza mennyiségét, azonban a száraz és nedves élőhelyek között nem volt különbség. A száraz élőhelyen pozitív összefüggés mutatkozott a túrások száma és a biomassza mennyisége között. A nedves élőhelyen a földikutyák jelenléte megváltoztatta a fajkompozíciót, a száraz élőhelyen nem okozott jelentős különbségeket. A földikutyák jelenléte azonban szignifikánsan növelte a diverzitást mindkét élőhelytípusban. Kisebb térléptékben csak olyan kvadrátokat hasonlítottak össze, amelyekben találtak túrásokat (nagy léptékben minden kvadrát szerepelt az elemzésben), itt nem találtak jelentős különbségeket sem a biomassza mennyisége, sem a fajkompozíció, sem a diverzitás tekintetében. Az afrikai földikutyák tehát ugyanúgy fontos szerepet játszanak az ökoszisztémák fenntartásában, mint rokon fajaik, jelen esetben a csoportosan élő *Cryptomys hottentotus* hatása jelentősebb, mint a magányosan életmódot folytató *Georchus capensis*-é.

A földikutyák túrásainak magasabb volt a kétszikűek és alacsonyabb a fűfélék borítása egy, a kenyai szavannán folytatott kutatásban (Cox és Gakahu, 1985). A vizsgált akácia-fajok (*Acacia drepanolobium* és *A. tortilis*) hiányoztak a túrásokról, csak a túrásokkal nem érintett területeken jelentek meg.

EURÓPA

A dél-európai földipocok (*Microtus duodecimcostatus*) hatását vizsgálták felhagyott szántókon létrejött, főleg egyévesekből álló parlagnövényzetre, kombinálva legeltetéssel és öntözéssel (Rebollo et al., 2003). Sem a legeltetés, sem az öntözés nem volt hatással a pocoktúrások mennyiségére. A feltevésekkel ellentétben a pocok nem részesítették előnyben a magasabb termelésű területeket (jelen esetben az öntözött parcellákat).

Túrásuk csökkentette az avar mennyiségét, valamint a növényzet borítását, azonban az egyszikűek és kétszikűek, valamint az egyévesek és évelők közötti arányokat nem változtatta meg. A kismagvú fajok borítása csökkent a túráson, ellentétben a kezdeti, növekedésüket feltevő hipotézissel. A borítás csökkentése és a szabad talajfelszín létrejötte miatt a pockok túrása lassítja a szukcessziót.

A tavalyi évben kezdtünk el foglalkozni a földikutya túrásainak gyepré gyakorolt hatásaival a battonya-tompapusztai löszgyepen. Ez a fokozottan védett löszgyep az ország egyik legnagyobb kiterjedésű ősi löszpusztaré-állománya, mely a botanikai és zoológiai kutatások alapján jelentős természetvédelmi értéket képvisel (Csathó, 2005; Csathó és Jakab, 2012). A gyepré jellegzetessége a nyugati földikutya [*Nannospalax* (superspecies *leucodon*)] jelenléte, amely faj mára megirtult Magyarországon. Arra voltunk kíváncsiak, hogyan hatnak a földikutya túrásai a gyepré fajkompozíciójára és diverzitására. Eredményeink szerint a vizsgált társulás szintű jellemzők, az átlagos fajszám és az átlagos összborítás között nem volt szignifikáns különbség a földikutyatúrások által érintett gyeprészetekben és a kontroll területeken. A diverzitás tekintetében sem találtunk különbséget a túrt és a kontrollterületek között (Zimmermann et al., 2013). A fajkompozíció azonban mutatott eltéréseket a két mintaterület között. A pillangós fajok (*Astragalus cicer*, *Genista tinctoria*, *Lathyrus pratensis*, *Lathyrus tuberosus*, *Vicia angustifolia*) a túráson domináltak, míg a pázsitfűvek (*Festuca valesiaca*, *Poa pratensis*, *Carex praecox*) borítása a kontrollterületeken volt magasabb. Az avarfelhalmozódás szintén a kontrollterületeken volt intenzívebb. A földikutyatúrásokon a kétszikű fajok közül a vártnál nagyobb mennyiségben fordult elő a *Teucrium chamaedrys*, a *Galium verum*, a *Fragaria viridis* és a *Thymus glabrescens*.

A bolygatás természetes folyamat, ami hozzájárul a gyepré diverzitásának fennmaradásához (Pickett és White, 1985). Ezt a bolygatást sokáig a legelő állatok taposása biztosította. A legeltetés felhagyása után az évi egyszeri kaszálás nem tudta pótolni az állatok hiányát, a földikutya tevékenysége azonban úgy tűnik, igen.

A gyepré eredményeink szerint jól adaptálódott ehhez a természetes bolygatáshoz, megőrizve diverzitását (Zimmermann et al., 2013).

KONKLÚZIÓK

A fenti példákából látható, hogy a földalatti életmódot folytató rágcsálók élőhelyükre gyakorolt komplex hatásuk miatt okkal nevezhetjük ökoszisztéma-mérnök fajoknak (1. ábra). Annak ellenére, hogy egyes területeken a kisemlősöket a legelő állatok konkurensainak tekintik, számos esetben bebizonyosodott, hogy pozitív hatással bírnak a növényzet fajgazdagságára és fajösszetételére.

A tompapusztai löszgyepen végzett kutatásunk eredményei alapján feltételezhető, hogy természetvédelmi szempontból ezek a fajok helyettesíteni tudják a nagy testű növényevőket, anélkül, hogy a gyepré diverzitása csökkenne és állapota leromlana. Ennek ellenére a hazai gyepré ökoszisztémák működésében betöltött szerepükről még nagyon keveset tudunk, további kutatások szükségesek a hatások és folyamatok pontos feltárásához.

1. ábra: Az ökoszisztéma-mérnök fajok hatásai a gyeprévegetáció állapotára

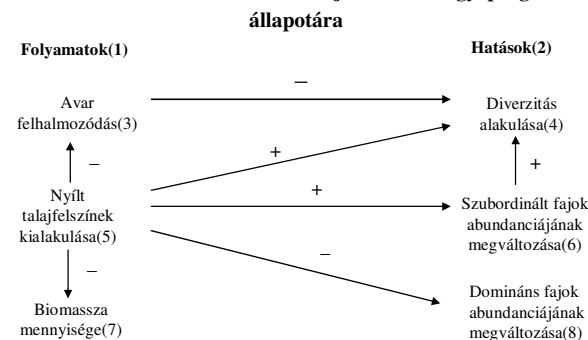


Figure 1: The effects of the ecosystem engineering species on the state of the grassland vegetation processes(1), effects(2), litter accumulation(3), state of diversity(4), development of open surfaces(5), changes in the abundance of subordinated species(6), amount of biomass(7), changes in the abundance of dominant species(8)

IRODALOM

Agnew, W.-Uresk, D. W.-Hansen, R. M. (1986): Flora and fauna associated with prairie dog colonies and adjacent ungrazed mixed-grass prairie in Western South Dakota. *Journal of Range Management*, 39(2), 135-139.

Aho, K.-Huntly, N.-Moen, J.-Oksanen, T. (1998): *Ochotona princeps: Lagomorpha* as allogenic engineers in an alpine ecosystem. *Oecologia*, 114(3), 405-409.

Bagchi, S.-Namgail, T.-Ritchie, M. E. (2006): Small mammalian herbivores as mediators of plant community dynamics in the high-altitude arid rangelands of Trans-Himalaya. *Biological conservation*, 127(4), 438-442.

Bartha, S. (2001): Spatial relationships between plant litter, gopher disturbance and vegetation at different stages of old-field succession. *Applied Vegetation Science*, 4: 53-62.

Bedő S.-Póti P. (1999): A legelő mint takarmány szerepe a juhtenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 48: 690-692.

Borghgi, C. E.-Giannoni, S. M. (1997): Dispersal of geophytes by mole-voles in the Spanish Pyrenees. *Journal of Mammalogy*, 550-555.

Brown, J. H.-Heske, E. J. (1990): Temporal changes in a Chihuahuan Desert rodent community. *Oikos*, 290-302.

- Campos, C. M.-Giannoni, S. M.-Borghi, C. E. (2001): Changes in Monte Desert plant communities induced by a subterranean mammal. *Journal of Arid Environments*, 47(3), 339-345.
- Case, M. F.-Halpern, C. B.-Levin, S. A. (2013): Contributions of gopher mound and casting disturbances to plant community structure in a Cascade Range meadow complex. *Botany*, 2013, 91(8): 555-561.
- Contreras, J. R.-Valverde, V.-Cox, G. W. (1993): Ecological relevance of subterranean herbivorous rodents in arid coastal Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 66: 357-368.
- Cox, G. W.-Gakahu, C. G. (1985): Mima mound microtopography and vegetation pattern in Kenyan savannas. *Journal of Tropical Ecology*, 1(1), 23-36.
- Csathó A. J. (2005): A Battonya-tompapusztai löszpusztaréti élővilága. – Magánkiadás, Battonya
- Csathó A. I.-Jakab G. (2012): Löszgyepek növényvilága. In: Jakab G. (szerk.): A Körös-Maros Nemzeti Park növényvilága. A Körös-Maros Nemzeti Park természeti értékei I. Körös-Maros Nemzeti Park Igazgatóság, Szarvas, pp. 286-299.
- Davidson, A. D.-Lightfoot, D. C. (2008): Burrowing rodents increase landscape heterogeneity in a desert grassland. *Journal of Arid Environments*, 72(7), 1133-1145.
- Deets, L.-Grun, H.-Siefert, A. (2010): The impact of *Geomys bursarius* on prairie vegetation diversity in Minnesota. Itasca Biological Station Student Papers, <http://conservancy.umn.edu/handle/97335>
- Detling, J. K.-Painter, E. L. (1983): Defoliation responses of western wheatgrass populations with diverse histories of prairie dog grazing. *Oecologia*, 57(1-2), 65-71.
- Dickman, C. R. (1999): Rodent-Ecosystem Relationships: a Review. Ecologically-based management of rodent pests. ACIAR Monograph, (59), 113-133.
- Ellison, L.-Aldous, C. M. (1952): Influence of pocket gophers on vegetation of subalpine grassland in central Utah. *Ecology*, 33(2), 177-186.
- Foster, M. A.-Stubbenieck, J. (1980): Effects of the plains pocket gopher (*Geomys bursarius*) on rangeland. – *Journal of Range Management*, 33:74-78.
- Galil, J. (1967): On the dispersal of the bulbs of *Oxalis cernua* Thunb. by mole-rats (*Spalax ehrenbergi* Nehring). *The Journal of Ecology*, 787-792.
- Gibson, D. J. (1989): Effects of animal disturbance on tallgrass prairie vegetation. *American Midland Naturalist*, 144-154.
- Grant, W. E.-McBrayer, J. F. (1981): Effects of mound formation by pocket gophers (*Geomys bursarius*) on old-field ecosystems. *Pedobiologia*
- Grant, W. E.-French, N. R.-Folse Jr., L. J. (1980): Effects of pocket gopher mounds on plant production in shortgrass prairie ecosystems. *The Southwestern Naturalist*, 215-224.
- Hagenah, N.-Bennet, N. C. (2013): Mole rats act as ecosystem engineers within a biodiversity hotspot, the Cape Fynbos. *Journal of Zoology*, 289:19-26.
- Hartnett, D. C.-Keeler, K. H. (1995): Population processes. In: Joern, A.-Keeler, K. H. (eds.): *The changing prairie: North American grasslands*. Oxford Univ. Press, New York, 82-99.
- Házi, J.-Bartha, S.-Szentés, Sz.-Wichmann, B.-Penksza, K. (2011): Seminatúrális grassland management by mowing of *Calamagrostis epigejos* in Hungary. *Plant Biosystems* 145: 699-707.
- Házi, J.-Penksza, K.-Bartha, S.-Hufnagel, L.-Tóth, A.-Gyuricza, Cs.-Szentés, Sz. (2012): Cut mowing and grazing Effects with grey cattle on plant species composition in case of Pannon wet grasslands. *Applied Ecology and Environmental Research* 10(3): 223-231.
- Heth, G. (1991): The environmental impact of subterranean mole rats (*Spalax ehrenbergi*) and their burrows. In: Meadows, P. S.-Meadows, A. (eds.): *The environmental impact of burrowing animals and animal burrows*. Clarendon Press, Oxford, pp. 265-280.
- Hobbs, R. J.-Mooney, H. A. (1985): Community and population dynamics of serpentine grassland annuals in relation to gopher disturbance. *Oecologia*, 67(3), 342-351.
- Huntly, N.-Inouye, R. (1988): Pocket gophers in ecosystems: patterns and mechanisms. *BioScience*, 38(11), 786-793.
- Huntly, N.-Reichman, O. J. (1994): Effects of subterranean mammalian herbivores on vegetation. *Journal of Mammalogy*, 75(4), 852-859.
- Inouye, R. S.-Huntly, N. J.-Tilman, D.-Tester, J. R. (1987): Pocket gophers (*Geomys bursarius*), vegetation, and soil nitrogen along a successional sere in East-Central Minnesota. *Oecologia*, 72(2), 178-184.
- Inouye, R. S.-Huntly, N.-Wasley, G. A. (1997): Effects of pocket gophers (*Geomys bursarius*) on microtopographic variation. *Journal of Mammalogy*, 78(4), 1144-1148.
- Jones, C. G.-Lawton, J. H.-Shachak, M. (1994): Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 373-386.
- Kelemen, A.-Török, P.-Valkó, O.-Migléc, T.-Tóthmérész, B. (2013): Mechanisms shaping plant biomass and species richness: plant strategies and litter effect in alkali and loess grasslands. *Journal of Vegetation Science* 24: 1195-1203.
- Kerley, G. I.-Whitford, W. G.-Kay, F. R. (2004): Effects of pocket gophers on desert soils and vegetation. *Journal of Arid Environments*, 58(2), 155-166.
- KSH (2012): Központi Statisztikai Hivatal hosszú távú adatsora, http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hosszu/h_omf001c.html
- Malizia, A. I.-Kittlein, M. J.-Busch, C. (2000): Influence of the subterranean herbivorous rodent *Ctenomys talarum* on vegetation and soil. *International Journal of Mammalian Biology*, 65:172-182.
- Martinsen, G. D.-Cushman, J. H.-Whitham, T. G. (1990): Impact of pocket gopher disturbance on plant species diversity in a shortgrass prairie community. *Oecologia*, 83(1), 132-138.
- Mielke, H. W. (1977): Mound building by pocket gophers (*Geomyidae*): their impact on soils and vegetation in North America. *Journal of Biogeography*, 4(2), 171-180.
- Nevo, E. (1979): Adaptive convergence and divergence of subterranean mammals. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 10: 261-308.
- Nosal, A.-Featherstone, B.-Vang, N. (2010): Quantitative and Qualitative Approaches to Study the Effects of Plains Pocket Gopher (*Geomys bursarius*) Mound Building on Vegetation. Itasca Biological Station Student Papers, <http://conservancy.umn.edu/handle/99961>
- Pickett, S. T.-White, P. S. (1985): Patch dynamics: a synthesis. In: Pickett, S. T.-White, P. S. (eds.): *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, Academic Press, Orlando, FL, pp. 371-384.
- Póti P. (1998): Korszerű tartástechnológiák a juhtenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 47: 337-342.
- Póti, P.-Pajor, F.-Láczó, E. (2007): Sustainable grazing in small ruminants. *Cereal Research Communications* 35 945-948.
- Rebollo, S.-Pérez-Camacho, L.-Valencia, J.-Gómez-Sal, A. (2003): Vole mound effects and disturbance rate in a mediterranean plant community under different grazing and irrigation regimes. *Plant Ecology*, 169: 227-243.

- Reichman, O. J. (2007): The influence of pocket gophers on the biotic and abiotic environment. In: Begall, S.-Burda, H.-Schleich, C. E. (Eds.): Subterranean Rodents: News from Underground. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 271-286.
- Reichman, O. J.-Jarvis, J. U. M. (1989): The influence of three sympatric species of fossorial mole-rats (*Bathyergidae*) on vegetation. *Journal of Mammalogy*, 70(4), 763-771.
- Reichman, O. J.-Seabloom, E. W. (2002): The role of pocket gophers as subterranean ecosystem engineers. *Trends in Ecology & Evolution* 17(1), 44-49.
- Reichman, O. J.-Smith, S. C. (1985): Impact of pocket gopher burrows on overlying vegetation. *Journal of Mammalogy*, 66(4), 720-725.
- Reichman, O. J.-Whitham, T. G.-Ruffner, G. A. (1982): Adaptive geometry of burrow spacing in two pocket gopher populations. *Ecology*, 63(3), 687-695.
- Rezsutek, M.-Cameron, G. N. (2000): Vegetative edge effects and pocket gopher tunnels. *Journal of Mammalogy*, 81(4), 1062-1070.
- Rogers, W. E.-Hartnett, D. C.-Elder, B. (2001): Effects of plains pocket gopher (*Geomys bursarius*) disturbances on tallgrass-prairie plant community structure. *The American Midland Naturalist*, 145(2), 344-357.
- Ryser, P.-Gigon, A. (1985): Influence of seed bank and small mammals on the floristic composition of limestone grassland (*Mesobrometum*) in northern Switzerland. *Ber. Geobot. Inst. Eidgen. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel, Zürich*, 52, 41-52.
- Sherrod, S. K.-Seastedt, T. R.-Walker, M. D. (2005): Northern pocket gopher (*Thomomys talpoides*) control of alpine plant community structure. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 37(4), 585-590.
- Smith, A. T.-Foggin, J. M. (1999): The plateau pika (*Ochotona curzoniae*) is a keystone species for biodiversity on the Tibetan plateau. *Animal Conservation*, 2(4), 235-240.
- Spencer, S. R.-Cameron, G. N.-Eshelman, B. D.-Cooper, L. C.-Williams, L. R. (1985): Influence of pocket gopher mounds on a Texas coastal prairie. *Oecologia*, 66(1), 111-115.
- Stein, B. R. (2000): Morphology of subterranean rodents. In: Lacey, E. A.-Patton, J. L.-Cameron, G. N. (eds.): Life underground: the biology of subterranean rodents. University of Chicago Press, Illinois, p. 19-61.
- Swihart, R. K.-Picone, P. M. (1991): Effects of woodchuck activity on woody plants nearburrows. *Journal of Mammalogy*, 607-611.
- Szentes Sz.-Wichmann B.-Házi J.-Tasi J.-Penksza K. (2009a): Vegetáció és gyep produkció havi változása badacsonytördemici szürkemarha legelőkön és kaszálón. *Tájökológiai Lapok* 7(2): 319-328.
- Szentes Sz.-Tasi J.-Wichmann B.-Penksza K. (2009b): Botanikai és gyepgazdálkodási vizsgálatok 2008. évi eredményei a badacsonytördemici szürkemarha legelőn. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 7: 73-78.
- Szentes, Sz.-Sutyinszki, Zs.-Szabó, G.-Zimmermann, Z.-Házi, J.-Wichmann, B.-Hufnágel, L.-Penksza, K.-Bartha, S. (2012): Grazed Pannonian grassland beta-diversity changes due to C₄ yellow bluestem. *Cent. Eur. J. Biol.* 7(6): 1055-1065.
- Török, P.-Vida, E.-Deák, B.-Lengyel, Sz.-Tóthmérész, B. (2011): Grassland restoration on former croplands in Europe: an assessment of applicability of techniques and costs. *Biodiversity and Conservation* 20: 2311-2332.
- Valkó, O.-Török, P.-Matus, G.-Tóthmérész, B. (2012): Is regular mowing the most appropriate and cost-effective management maintaining diversity and biomass of target forbs in mountain hay meadows? *Flora* 207: 303-309.
- Whicker, A. D.-Detling, J. K. (1988): Ecological consequences of prairie dog disturbances. *BioScience*, 38(11), 778-785.
- Williams, L. R.-Cameron, G. N.-Spencer, S. R.-Eshelman, B. D.-Gregory, M. J. (1986): Experimental analysis of the effects of pocket gopher mounds on Texas coastal prairie. *Journal of Mammalogy*, 67(4):672-679.
- Zhang, Y.-Liu, J.-Du, Y. (2004): The impact of plateau zokor *Myospalax fontanierii* burrows on alpine meadow vegetation on the Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau. *Acta theriologica*, 49(1), 43-51.
- Zimmermann, Z.-Szabó, G.-Csathó, A. I.-Sallainé Kapocsi, J.-Szentes, Sz.-Juhász, M.-Házi, J.-Komoly, C.-Virágh, K.-Sutyinszki, Zs.-Uj, B.-Bartha, S. (2013): The impact of the lesser blind mole rat [*Nannospalax* (superspecies leucodon)] on the species composition and diversity of a loess steppe in Hungary. *Applied Ecology and Environmental Research*, in press