

Válasz Dr. Molnár Zsolt (MTA doktora)

„Termőhelyi változatosság, táji környezet és tájhasználat szerepe gyepi növényközösségek élőhelyi mintázatainak és fajkészletének kialakításában” című MTA doktori értekezésre adott

opponensi bírálatára

Nagyon köszönöm Dr. Molnár Zsoltnak a doktori értekezésem alapos bírálatát, kutatásaim eredményeinek továbbgondolását ösztönző kérdéseit. Megtisztelő számomra, hogy Opponensem pozitívan nyilatkozott az értekezésről, és kiemelkedő jelentőségűnek tartja a hazai kurgánok ökológiájával kapcsolatos, nemzetközi kitekintésben végzett kutatásaimat, valamint a kurgánokkal kapcsolatos kontinentális léptékű terepmunkán alapuló munkásságomat.

Az alábbiakban Opponensem által felvetett gondolatokra és feltett kérdésekre a felvetés sorrendjében válaszolok. Az Opponens észrevételeit és kérdéseit dőlt betűvel szedtem.

"A szerző munkája példaértékű, ahogy az utóbbi 20-30 év releváns irodalmait hivatkozva, köztük sok egészen frisset is, ugyanakkor megjegyzem, hogy az 1969 előtti alapvető hazai botanikai publikációk teljesen hiányoznak a doktori műből, azok, amik megalapozták azokat az ismereteket, amiket a jelölt kutatott, számszerűsített, továbbgondolt."

A hazai gyepek, így a dolgozatban tárgyalt szikes gyepek kutatásával is számos kiemelkedő botanikus, így Anton Kerner, Kitaibel Pál, Borbás Vince, Rapaics Raymund, Magyar Pál, Soó Rezső, Máthé István, Bodrogyó György és sokan mások is foglalkoztak az elmúlt évszázadok során. Az ő úttörő jelentőségű kutatásaik alapozták meg a szikes gyepekről alkotott jelenlegi tudományos ismereteinket, és tették lehetővé a további vizsgálatokat, melyek ezen különleges közösségek fajszerződését befolyásoló mechanizmusokat kutatják. Egyetértek Opponensemmel, hogy az alföldi flóráról és vegetációról szóló művekben ezen korabeli irodalmaknak mindenképpen fontos szerepe van. Ezirányú törekvésemet mutatja, hogy a 2019-ben megjelent alföldi szikes rétek vegetációjáról szóló angol nyelvű könyvfejezetünkben, valamint a közép-tiszavidéki kurgánok flórájáról szóló magyar nyelvű szakkünnünkben társszerzőimmel közösen egészen Kitaibel Pál és Anton Kerner koráig visszatekintve dolgoztuk fel a témákban releváns irodalmakat.

Deák B., Török P., Tóthmérész Béla, Radócz Szilvia, Lukács K, Valkó O. (2019): A közép-tiszavidéki halmok flórákutatásának új eredményei. *Kitaibelia* 24: 94–105.

Deák B., Valkó O., Tóthmérész B. (2019): *Pannonic saline meadows — Scorzonero-Juncetalia gerardii*. In: Körmöczy L. & Makra O. Vegetation and Fauna of Tisza River Basin III. Tiscia monographs, Szeged 61-90 pp.

A dolgozat szerkezete jó, kevés a nyelvtani és betűhiba. Amit szóvá tennék, az néhány szakszó helyesírása. Pl. egybeírandó a sztyeppbióm, sztyeppvegetáció, fűszárúak, szárazgyep, míg kötőjeles az erdőssztyepp-klíma. A nyílt szikes gyep egy számomra új fogalom, nem tudom, érdemes-e bevezetnünk a sok létező szikepusztai szakterminus mellé.

Opponensem által javasolt szakszavak írásával kapcsolatos javaslataival egyetértek. A jövőbeli publikációkban Opponensem által javasolt írási módot fogom alkalmazni. A "nyílt szikes gyepek" kifejezésnek az értekezésben történő alkalmazását elsősorban technikai okok miatt láttam praktikusnak és kizárólag a távérzékeléssel foglalkozó fejezetben alkalmaztam. A távérzékelési adatok feldolgozása során egy többlépcsős hierarchikus osztályozást alkalmaztunk, ahol a távérzékeléssel foglalkozó társszerzőkkel történő konzultáció alapján a "nyílt szikes gyepek" volt az a megnevezés, amely a nem botanikus előképzettségű mérnökök kollegák számára szemléletesen leírta a kis növényzeti borítással jellemzett, elsősorban erősen szikesedő talajokon kialakult, kisszámú sziki specialista faj által alkotott növénytársulásokat.

Nem értek egyet a szerző azon véleményével, hogy a hazai szikesek edafikus sztyepppek. A Magyar Alföld belső területeinek klímája erdőssztyepp-klíma. Az erdőssztyepp-klíma zonális gyepe a rétsztyepp, edafikus foltjain pedig edafikus rétsztyepppek vannak.

A sztyepp, erdőssztyepp vegetációval és azok elkülönítésével napjainkig számos hazai és nemzetközi publikáció foglalkozik. Az élőhelyek besorolásával kapcsolatos szakmai konszenzus kialakítása még nem történt meg, ez a gyepekkel foglalkozó kutatók egy igen fontos feladata a jövőben.

Az esettanulmányban a jelölt jól magyarázza a 'puszta emeleteinek' elválását és átfedődését, és a bizonytalanságokat is, amelyeknek az oka többek között a talajmintázatok nem teljesen repetitív volta és a növényfajok nagyon eltérő toleranciaspektruma. A tengerszint feletti magassággal sok minden korrelál a szikeseken, de közben sok a laza korreláció vagy a nem előrejelezhető mintázat. Éppen emiatt szerintem a helyileg beválnak tekinthető, távérzékelésre alapozott vegetációtérképezést sajnos mégsem lehet a Hortobágy egészére alkalmazni.

(Ez a kérdés szerepelt Dr. Penksza Károly bírálatában is, ezért a választ mindkét Opponensnek adott válaszban szerepeltetem.)

Talán túlzás nélkül állíthatjuk, hogy a szikes tájak kisléptékű termőhelyi változatossága és ennek megfelelően vegetációmintázatainak bonyolultsága egyedülálló a világon. A szikesekkel kapcsolatos kutatások épp ezért annyira izgalmasak, érdekesek ugyanakkor kihívásokkal és feladványokkal tarkítottak. Egyetértek Opponensemvel, hogy bár mint eredményeink is mutatják megfogalmazhatók általános törvényszerűségek a vegetációmintázatok kialakulásával kapcsolatban, a mintázatok egyes esetekben, lokálisan rendhagyó módon működhetnek. Ezeket az 'anomáliákat' igyekeztem az értekezésben ökológiai törvényszerűségek és terepi tapasztalatok figyelembevételével magyarázni. Folyamatban lévő kutatásaink alapján a szikes tájak élőhelyeinek osztályozási pontosságát két módon lehet növelni. 1, A lézerszkennelt adatokból származó domborzati paraméterek és egy hiperspektrális szenzorból származó, a növényzet biomasszáját és fajösszetételét is jól jellemző spektrális tulajdonságok együttes értékelésével. 2, Az osztályozás során érdemes a térképezni kívánt területet kisebb "vízgyűjtő" területekre felosztani, melyek "vízválasztó hegységei" általában a legmagasabban fekvő löszgyepek, "folyói" a szikerek és "tengerei" a legmélyebb pontokon található szikes mocsarak. Tapasztalataim alapján az ilyen vízgyűjtő területeken belül az élőhelymintázatok sokszor egységesebben értelmezhetők, mint egy teljes pusztarészen. Ennek oka, hogy ezeken a kisebb egységeken belül a talaj só és vízháztartása egységesebb képet mutat, mint egy nagy pusztarész esetén. Természetesen még ilyen aprólékos feldolgozás esetén is előfordulhatnak olyan élőhelyfoltok, amelyek rendhagyó

módon viselkednek, így nem osztályozhatók. Ennek okai lehetnek például a lokális túltelelés, egy korábbi már lebontott jószágállás hatása vagy épp egy talajvíz feláramlás. Sok esetben az atipikus foltokban a szikes zonáció szomszédos társulásainak fajtái jelennek meg, így például egy kilúgzódó ürmös foltban megjelenhetnek a szomszédos cickóros állomány fajtái. Ilyen esetekben lehet hasznos az általunk is alkalmazott hierarchikus vegetáció osztályozás, mivel így a felhasználói céloknak megfelelően megtalálhatjuk a hierarchiában azt a szintet, ahol az adott célnak megfelelő a pontosság és felbontás.

Egy dolgot hiányoltam többször is a dolgozat olvasása közben: a tájat alakító ember leginkább mint degradáló tényező jelenik meg az esettanulmányokban, nem kap elég hangsúlyt a pozitív hozzájárulás, márpedig e gyepek természeti értékének megőrzéséhez elsősorban a pozitív hozzájárulásokra lesz szükség. A jövőben érdemes lehet a szocio-ökológiai rendszer olyan jellegű, komplex kutatása, ahol az ember szerves része a vizsgálatnak, nem csupán külső hajtóerő.

Az értekezésben szereplő tanulmányokban az emberi tevékenységek valóban sok esetben mint degradáló tényező jelentek meg (például a kurgánok megbontása, túlteleltetés, téli nádatartás). Azonban egyetértek Opponensemmel miszerint a gyepekben az emberi tevékenység bizonyos esetekben pozitív hatású is lehet. Gyepjeink jelentős részének kialakulása, fennmaradása és fajgazdagságának fenntartása is emberi tevékenységekhez kötődik. Ilyen emberi tevékenység például az évezredek óta folytatott hagyományos tudáson alapuló legeltetés, vagy a kaszálórétjeinket fenntartó évszázadokon keresztül végzett kaszálás. Bár az értekezésben nem szerepel, de hadd említsek meg a válaszokban egy példát, amely csatlakozik az értekezés témájához és rámutat, hogy a szokások és hagyományokhoz kötődő emberi tevékenységek milyen módon tudják elősegíteni a gyepek fennmaradását. Az Árpád-kor óta megfigyelhető az a jelenség, hogy a Kárpát-medencei kurgánokon templomokat, temetőket vagy épp keresztet emelnek. Ez valószínűleg egyfajta folytonosságot képvisel a "korábbi" és az "új" vallások szakrális helyei között. Számos kurgánon a gyepvegetáció fennmaradása ezeknek a szent építményeknek köszönhető, melyek pusztá jelenlétükkel óvták meg a kurgánokat a beszántástól vagy beerdősítéstől. Sok esetben a temetők, kereszt környékének gondozása során végzett extenzív kaszálás is hozzájárulhat a gyepi élővilág fennmaradásához a szántókkal vagy épp városi területekkel körülvett kurgánokon, mivel a kaszálás megakadályozza a kurgán cserjésedését és eltávolítja a felhalmozódott fűavart.

Nagyon fontosnak tartom a rókakotorékok hatásának vizsgálatát, mégha a kutatás során nem is lehetett minden hatótényezőt kontrollálni. Ha a róka a hazai kurgánokon hatótényező (márpedig az), és ha a kurgánok kiemelt természetvédelmi jelentőséggel bírnak, akkor ez a kérdés kutatandó. Az külön érdekes, hogy a friss rókakotorék és az évszázadokkal ezelőtti sírrablások mint diszturbanciák hatása miben hasonlít, miben különbözik. Ami nem volt egyértelmű számomra, hogy a rókakotorékokon megjelenő új egyedek mekkora része származik magbankból, mennyi az új megtelepedés (magról), és mennyi az, amelyik egyszerűen átnőtt a friss talajhányáson (pl. a zsályák esetében). Számomra azért nem egyértelmű, hogy ökoszisztémamérnöknek tarthatjuk-e a rókát. A kotorékok valóban jelentős hatással bírnak a növényzetre, de megelőzendő a fogalom inflálódását, megtartanám az ennél lényegesen nagyobb hatású mérnököknek, pl. a hódoknak.

A kotorék nagy tápanyagtartalmú nyílt talajfelszínének benövényesedése akkor indul be, amikor 1-2 év használat után a kotorék szerkezetének romlása és a növekvő parazitanyomás miatt a rókák felhagyják a kotorékokat. A felhagyott kotorékokon fellelhető növényegyedek

származására vonatkozó vizsgálatokat nem végeztünk, azonban terepi tapasztalatok alapján úgy gondolom, hogy a rókakotorékokon megjelenő növényegyedek jelentős része magesővel érkezik a nyílt talajfelszínre. A mageső három forrásból érkezik: 1, a kurgánon található, a rókák által nem bolygatott gyeptől; 2, a környező már visszagyepesedett kotorékok növényzetéből; 3, a környező tájból. A kotorék építését követően a friss talajhányás alatt található erőteljesebb növekedésű növényegyedek minden bizonnyal képesek átnőni a földhányáson, azonban a kotorék előtti terület folyamatos és igen intenzív taposása miatt valószínűleg nem tudnak hosszú távon fennmaradni. Emiatt a talajbolygatást követő 1-2 évben a magbankból vagy épp a rókák által epizoochóriával terjesztett magokból megtelepedő csíranövények is csak kis eséllyel maradhatnak fenn.

Vizsgálatunkban a rókát azért kezeltük ökoszisztéma mérnök falként, mert a rókák tevékenységük által képesek tartósan befolyásolni az élőhelyük biotikus és abiotikus viszonyait, és ezáltal más élőlények számára (jelen esetben a gyepi növényfajoknak) új élőhelyeket hoznak létre. Bár a rókák tevékenysége megfelel a fenti kritériumoknak, de egyetértek Opponensemme, hogy ezen hatások nagyságrendileg nem mérhetők más, teljes ökoszisztémákat átalakító fajok (mint például a hódok) tevékenységének hatásához.

A rókák és a sírrablók által okozott talajbolygatás hatásainak hasonlóságai és különbségei talán az alábbiakban összegezhetők. A rókák tevékenységük által a kurgánon egy folyamatos, elsősorban a talajfelszínen jelentkező bolygatást végeznek. A rókák a bolygatott talajfelszíneket 1-2 évig tartják fent folyamatos taposásuk által, a felszíni talajrétegeket táplálékuk maradékaival, valamint anyagcseréjük végtermékeivel tápanyagban dúsítják. Ennek eredményeként sok, ám kis kiterjedésű nyílt, tápanyagban gazdag mikro-élőhely jön létre, melyek felhagyást követően gyorsan benövényesednek. A nyílt talajfelszínnek és a benövényesedés különböző fázisaiban lévő kotorékok egy térben és időben dinamikus rendszert alkotnak. A sírrablások ezzel szemben többnyire egyszeri események, nagy kiterjedésű bolygatást eredményeznek és a kurgán mély rétegeit, akár az alapját is, érintik. Sírrablások nyomait ez idáig kazahsztáni és bulgáriai halmokon volt alkalmam vizsgálni. Mindkét esetben a tapasztalat az, hogy míg a felhagyott rókakotorékokon elsősorban gyepi vagy gyomfajok telepednek meg, a jellemzően a kurgánok tetején vagy déli lejtőjén található a sírrablásokhoz készített "feltáró árkok" idővel elsősorban cserjefajokkal népesednek be. Ez valószínűleg a mélyedésben kialakult nedvesebb és hűvösebb mikroklímának köszönhető.

Érzem a jelentőségét és egyben a nehézségét annak, hogy kibogozzuk a kurgánok esetében a fajkihalási és fajbetelepedési dinamikákat. A diszkusszió (88. old.) érveléseit olykor bizonytalannak érzem, és nem vagyok biztos, hogy minden dokumentált – akár triviálisnak tűnő – mintázat megmagyarázható a jelen tudományos ismereteink alapján. Például: az alföldi halmokat először az Árpád-korban ölelhetette körül szántó, majd a 15. századtól a pusztásodás során újra gyep vette körül őket, de ebben a korszakban már parlagok, azaz másodlagos gyepek, majd a 18. századtól indult meg az újabb körbeszántás. Ezen korszakok egymásrarakódó hatása még további kutatásokat fog igényelni.

Egyetértek Opponensemme, a múltbeli hatások vizsgálata nélkülözhetetlen ahhoz, hogy értelmezni tudjuk a kurgánokon a jelenlegi fajkompozícióhoz vezető fajkihalási és fajbetelepedési dinamikákat. A jelenkori fajkészlet jelentős mértékben függ a történelmi táj kompozíciójától, struktúrájától, fajkészletétől, valamint a korábbi tájhasználati módtól. Különösen fontos a múlt eseményeit is vizsgálni azokban az esetekben, amikor a felmért kurgánok izolált helyzetben találhatók, napjainkban szántóföldekkel vagy városi területekkel

vannak körülvéve. Ilyen esetekben ugyanis a történelmi táj ismerete fontos adalékként szolgálhat annak a jelenségnek a megértéséhez, amivel kis terresztris élőhelyszigeteken számos esetben találkozhatunk: az élőhely méretéből és állapotából adódó potenciális fajkészlet sok esetben nem feleltethető meg a terepen tapasztalt fajkészlettel (az élőhelyeken még "nincs megfizetve a kihalási adósság" az "extinction debt"). A táji változásokra egyes gyepi növényfajok populációi (különösen a hosszú életű, klonális szaporodásra is képes fajok) lassan reagálnak, így hosszú ideig is fennmaradhatnak a kis területű izolált élőhelyeken a kedvezőtlen táji léptékű hatások ellenére is. A történelmi táj várhatóan jelentősen kisebb hatással van a kurgánokon található ízeltlábú közösségek fajösszetételére, tekintettel ezen fajok mozgékonyágára és rövid életidejére.

Korábbi metapopulációs kutatásaink továbbgondolásaként a kérdés vizsgálatához egy hozzávetőleg 70 kurgánt érintő adatsoron elkezdtük a kurgánok környezetében található történelmi táj változásainak vizsgálatát. A vizsgálatban az első, második és harmadik katonai felmérések, a hatvanas években készült légifotók, az Egységes Országos Térképrendszer 1:10.000 méretarányú szelvényeinek, valamint recens ortofotók felhasználásával feldolgozzuk a kurgánok környezetében bekövetkezett élőhelyi változásokat. Vizsgáljuk, hogy a történelmi táji változások hogyan hatnak a recens növény és ízeltlábú közösségek fajösszetételére, és hogy mely korszak táji kompozíciója magyarázza legjobban a jelenkori mintázatokat. Bízom benne, hogy a vizsgálat eredményei segítségével képesek leszünk árnyaltabb képet adni a kurgánokon napjainkban tapasztalt mintázatok hátteréről.

Tapasztalataim szerint a gyepvel körbevett halom gyepje nem feltétlenül védettebb a pusztulástól. A dél-romániai Baragan tájegységben számos olyan kurgánt láttunk, amelyen nádszárnyék épült, juhnyáj deelt és éjszakázott rajta. E halmokon csak a vastag jutrágya és legfeljebb a magbank maradhatott meg. A másik jelenséget (a ló szereti a szeles helyet) a jelölt is említi, így előfordulhat, hogy a kurgánon már évszázadokkal ezelőtt is degradáltabb volt a gyep, mint a környező pusztákon. Mit gondol erről a jelölt?

Hasonló jelenséget figyeltem meg én is Eurázsia számos területén, ahol kurgánokat vizsgáltam, így a magyarországi hortobágyi gyepekben található kurgánokon, a bulgáriai Trák királyok völgyének kisszámú és apró gyepeiben fennmaradt temetkezési halmokon, és a Kazahsztán középső területein a sztyeppeken található kurgánokon. Közös vonásuk volt, hogy az a legelési nyomás, ami a környező gyepet nem, vagy csak kis mértékben gyomosította az a halmok vegetációjára nézve kifejezetten kedvezőtlen volt. Ennek oka, hogy a kurgánok összességében szárazabb élőhelyek, mint a környező, alacsonyabban fekvő sík területek. A száraz termőhelyi viszonyoknak megfelelően a rajtuk található gyepek is érzékenyebbek a legeltetéssel járó intenzív biomassza eltávolításra és taposásra. Továbbá előfordul, hogy a kurgánokat, mint a környező térszínből kiemelkedő - így állandóan szárazon álló és jó kilátást biztosító helyeket - az állattartás során a juhászok, gulyások szálláshelyeként használják, vagy rosszabb esetben jószágállást létesítenek rajtuk. Mindkettő a gyep jelentős és tartós degradációjához vezet. Ez a jelenség minden bizonnyal már évszázadokkal korábban is jellemző volt a nagy kiterjedésű gyepterületeken. Fontosan tartom ugyanakkor megjegyezni, hogy a legeltetés bár számos régióban okozhatja egyes kurgánok növényzetének degradációját, összességében azonban nem értékelhető egyértelműen káros tevékenységnek a kurgánokra nézve. Mint azt kazahsztáni kutatásunk eredményei is mutatják, a kurgánokon a közepes intenzitású legeltetés akár növelheti is a gyepi fajok fajgazdagságát.

Kérdezem, hogy a sík tájban lévő kurgánokon vannak-e igazi specialista fajok a déli és északi oldalon, és ha vannak, akkor ezek honnan származhatnak?

A kurgánok különböző mikro-élőhelyeire jellemző környezeti paramétereket, illetve fajösszetételbeli különbségeket eddig három országban vizsgáltam: Kazahsztánban, Bulgáriában és Magyarországon. Tapasztalataim szerint a déli és északi oldalra jellemző specialista fajok megléte vagy hiánya erősen függ a vizsgált terület ariditásától. Aridabb klímán (Dél-Bulgária, Közép-Kazahsztán) található kurgánokon az északi és déli lejtők fajkészlete között markáns különbségek alakulnak ki, számos olyan fajjal, melyek vagy csak az egyik, vagy csak a másik mikro-élőhelyre jellemzők. Bulgáriában azt találtuk, hogy az északi lejtőkön elsősorban olyan fajok vannak jelen, melyek erdőssztyeppi viszonylatban a hűvösebb és nedvesebb élőhelyeket kedvelik (pl. *Elymus elongatus*, *Inula germanica*, *Ranunculus illyricus*, *Carex stenophylla*), a déli lejtőn pedig inkább a száraz és meleg élőhelyet kedvelő fajok fordulnak elő (pl. *Stipa capillata*, *Teucrium polium*, *Convolvulus cantabricus*, *Thymus* fajok). Érdekes módon az északi lejtő erdőssztyepekre jellemző fajai, nem vagy csak kis populációmérettel vannak jelen a környező területeken. Ezen fajok eredetüket tekintve a több évszázada, évezrede a tájra jellemző erdőssztyeppi élőhelyekre vezethetők vissza, melyek az elmúlt időszakban gyakorlatilag teljesen megsemmisültek a térségben, így fajaik már csupán a kurgánok északi lejtőin maradtak fenn. A déli lejtő fajai bár kis állományokban, de fellelhetők a táj kisebb szárazgyepei fragmentumaiban. Az észak-kazahsztáni és magyarországi kurgánokra ez a markáns északi-déli oldal közötti fajösszetételbeli elkülönülés kevésbé jellemző, viszont a kitettségbeli különbség jól tükröződik a fajok arányaiban. Az északi lejtőn nagy borítással vannak jelen a gyepterítő fűfajok és az évelő kétszikűek. A déli lejtőkön kisebb a növényzet borítása, fűvek közül elsősorban a csomós növekedésű, szárazságot jól toleráló *Stipa capillata*, a félcserje növekedésű fajok vannak jelen, valamint a vegetációban nagy a rövidéletű kétszikűek aránya.

Opponensem által feltett kérdések:

1, A kaszálás természetellenes művelet, mégis sok a szép, fajgazdag kaszálórét Európaszerte. A legelés ezzel szemben természetes jelenség, mégis sok a degradált legelő. Mit gondol a jelölt, mik lehetnek ennek az okai, és mik lehetnek a követendő természetvédelmi koncepciók?

Annak ellenére, hogy a kaszálórétek az emberi tevékenység által létrehozott és fenntartott élőhelyek, fajgazdagságuk sok esetben kiemelkedő. A kiemelkedő fajgazdagság számos tényezőre vezethető vissza. Ilyenek a többszáz éves extenzív, általában évi egyszeri kaszálás. A kaszálóterületek (legalábbis egykori) nagy kiterjedése, amely által a növényfajok stabil metapopulációi alakulhattak ki. Az, hogy a kaszálók általában mozaikot alkotnak más élőhelyekkel, mint például erdőfoltokkal cserjésekkel, melyek a számos közös faj révén tovább növelhetik a fajgazdagságot. Fontos megemlíteni továbbá a kaszálással kapcsolatos azon tevékenységeket, melyek szerves részeit képezték a hagyományos tájhasználatnak, és jelentősen növelik a fajgazdagságot a propagulumok "újravetése" által. Ilyenek például a szénamurha terítése a kaszálókon, vagy épp a széna szállítása szekéren vagy szánokon, mely során számos mag elhullik a területen ezáltal növeli az érintett útvonal mentén a gyepi fajgazdagságot. Bár a kaszálórétek természetvédelmi szempontból kiemelt fontosságú élőhelyek, a társadalmi és gazdasági változások miatt bekövetkezett változások (kis gazdaságok megszűnése, kézi helyett gépi kaszálás alkalmazása, intenzív legeltetés bevezetése, felülvetés, műtrágyázás, évi többszöri kaszálás vagy épp felhagyás) miatt számos állományuk területe és fajgazdagsága csökkent.

A legelés, legeltetés történelmi idők óta a gyepi életközösségek szerves része, azonban igen sokat változott az elmúlt évezredek során. A legelő vadállatok mellett megjelentek először a nomadizáló, majd a transzhumáló és pásztoroló legeltetési rendszerek. Összességében elmondható, hogy a termőhelynek megfelelő fajtával, a megfelelő legelési nyomással és legeltetési renddel legeltetett legelők fajgazdagsága kiemelkedő lehet. A megfelelő módon végzett legeltetés nem csupán a növényi fajgazdagság, hanem az egész gyepi ökoszisztéma működésének alapja lehet. A legelők degradációja a legtöbb esetben akkor következik be, ha a legeltetést nem a hagyományos extenzív módon, a jószág viselkedésének és a helyi viszonyoknak megfelelően végzik. A természetvédelmi és legelőgazdálkodási szempontból egyaránt előnyös döntések meghozatalában kulcsszerepe van az évszázados hagyományos tudásnak, tapasztalatnak. Jó példa erre a különbség két azonos adottságú, azonos méretű legelő fajkészlete és élőhelystruktúrája között, melyeket azonos állatállománnyal legeltetnek, azonban az egyiket villanypásztorral veszik körül, a másikban pedig értő pásztor ügyel a jószágra, aki a legelő térbeli és időbeli heterogenitását ismerve irányítja az állatok mozgását napi és éves szinten egyaránt. Ügyel arra, hogy az egyes foltokon milyen gyorsan haladjanak át az állatok és arra, hogy milyen fenológiai állapotban lévő fajokat fogyasszanak. Természetvédelmi szempontból a legelőkkel kapcsolatos egyik legfontosabb teendőnk az, hogy vissza kell találni ahhoz a hagyományos legeltetési rendszerhez, amely korábban képes volt fenntartani az élőhelyre jellemző fajkészletet és élőhelystruktúrát.

2, A kurgánokon a kipusztulásban inkább az évezredek során rendszeresen bekövetkezett helyi túllegeltetés vagy az évszázados léptékű izoláltság lehetett nagyobb szerepű? Van-e bármilyen ötlete annak kapcsán, hogy például a macskahere milyen gyakran kolonizálhat egy halmot (olyan tájban, ahol vannak macskahere állományok kurgánokon)? Ha ezt nem lehet tudni, van-e ötlete arra, hogy ez a kérdés hogyan lenne vizsgálható?

Ha szigorú értelemben csak a túllegeltetés és az izoláció elsődleges hatásait hasonlítjuk össze (ami a túllegeltetés esetén az intenzív biomassza eltávolítás és taposás, az izoláció esetében a populációk közötti kapcsolatok hiányában nyilvánul meg), akkor véleményem szerint a túllegeltetés rövid, pár éves vagy évtizedes távlatban is jelentősebb mértékben eredményezheti a fajok kihalását, mint az izoláció. Számos olyan szárazgyepi specialista faj van, amely jól adaptálódott a közepes mértékű legelés hatásaihoz, azonban a túllegeléssel járó bolygatás hatására akár néhány éven belül is eltűnhetnek a vegetációból. Jó példa erre a jelenségre a helytelen legeltetési gyakorlat következtében a löszgyepekben akár pár év alatt bekövetkező degradáció. Ezzel ellentétben a hosszú életű, csomós vagy klonális növekedésű, perzisztens magbankú gyepi fajok hosszú ideig (évtizedekig vagy évszázadokig) is képesek fennmaradni a kis méretű de háborítatlan izolált élőhelyszigeteken. Ilyenek a hencidai Mondró-halom vagy a hajdúszoboszlói Kettős-halom, amelyek bár már a Második Katonai Felmérés (19. sz. eleje) óta szántóföldekkel vannak körülvéve, és a második világháborút követően intenzív művelésű mezőgazdasági parcellák veszik őket körül, a Bihari-sík illetve a Hajdú-hát legfajgazdagabb szárazgyepjeit őrzik napjainkban is.

Ha azonban egy komplexebb, megközelítésben nézzük a legeltetés és izoláció hatásait, akkor árnyaltabbá válik a helyzet. A helyileg túllegelt kurgánok általában kiterjedt gyepterületekben helyezkednek el. Így amennyiben a környező gyepekben fenn tudtak maradni a kurgánról a túllegeltetés miatt kihalt gyepi fajok populációi akkor a legelés intenzitásának csökkenésével azok a későbbiekben újra-kolonizálhatják a halmot. A rekolonizációt a legelő állatok jelenléte kifejezetten elősegíti, mivel a legelés megakadályozza az avar felhalmozódását, és a legelőn

mozgó állatok endo- és epizoochóriával hatékonyan terjesztik a gyepi fajokat. Tehát a túllegeléssel járó zavarás nem feltétlenül okozza a kurgánok növényzetének végleges károsodását. Az izolált kurgánokon fennmaradt gyepi fajok populációit a genetikai izoláción felül számos, az izolált élőhelyeken általánosan jelen levő tényező veszélyezteti: így például a kezelés hiánya, a környező területekről érkező negatív hatások (például vegyszerek bemosódása), a gyom és inváziós fajok nagymértékű propagulum nyomása. Ezek a tényezők számos esetben sokkal nagyobb fenyegetést jelentenek, mint maga az izoláció. Ráadásul, egy a kurgán teljes területét érintő kihalási eseményt követően az izolált helyzetben található kurgánokon a növényfajok visszatelepedési esélye igen csekély, a természetközeli élőhelyekre jellemző fajkészlet csak aktív restaurációs beavatkozások által állítható helyre.

A macskahere az alföldi, hegylábi szárazgyepek értékes védett faja. A faj számos magyarországi kurgánon is megtalálható. Érdekes módon a macskahere nem csupán a jó természetességű gyepekkel borított kurgánokon van jelen, hanem sok esetben a szárazgyepi közösségek utolsó mohikánjaként, akár teljesen akácodosott kurgánokon is képes kitartani. Az, hogy a faj képes fennmaradni a kurgánokon a kedvezőtlen élőhelyi változások ellenére is, annak köszönhető, hogy a faj egyedei hosszú életűek, mélyen gyökereznek, jól tolerálják az árnyékolást. Tekintettel arra, hogy a faj mind széllel mind állatokkal rosszul terjed (nincsenek a terjedést elősegítő függelékei), csak abban az esetben tud a kurgánon megtelepedni, ha a kurgánt olyan élőhelyek veszik körül, amelyben előfordulnak a macskahere állományai, ahonnan a mageső révén a propagulumok a kurgánra tudnak terjedni. Fenti tulajdonságok teszik a fajt alkalmassá arra, hogy általa a történelmi léptékű táji változásoknak a gyepi fajok genetikai diverzitására kifejtett hatásait vizsgáljuk. A jelenség vizsgálatával kapcsolatban egy most induló kutatás előkészítési szakaszában vagyunk. Történelmi térképek feldolgozásával és genetikai mintavétel segítségével azt szeretnénk vizsgálni, hogy a különböző időpontokban izolálódott kurgánokon található macskahere populációk genetikai diverzitása milyen mértékben csökkent a hegylábi gyepekben található, nagy és évszázadok óta stabil populációk genetikai diverzitásához képest. A vizsgálat eredményei alapján meg lehet határozni azt a kritikus időtávot, ami már jelentős negatív hatással van az izolált macskahere populációk genetikai diverzitására.

3, Milyen hasonlóságokat lát a túllegelt kazahsztáni és a fajszegény hazai kurgánok fajkészlete és dominanciaviszonyai között (azért is kérdezem, mert számos közös növényfaj van a két táj között).

Az erdőssztyeppbióm déli részén (a kazahsztáni Kostanay Oblastban) található, általunk vizsgált kurgánokon a hozzávetőleg 3500 kilométeres távolság ellenére a fajkészlet meglepően hasonlított a magyarországi Nagy Alföldön található gyeppel borított kurgánok fajkészletéhez. A túllegelés hatásmechanizmusa is hasonló volt a magyarországi és a kazahsztáni kurgánok esetében. A közepes intenzitással vagy egyáltalán nem legelt gyepek vázát alkotó fű- és sásfajok dominanciája jelentősen csökkent a túlzott legelés és taposás hatására. Magyarországon a közepes intenzitással és nem legelt kurgánokra jellemző fajok a *Festuca pseudovina*, *F. rupicola* és a *Carex praecox*, Kazahsztánban pedig a *Festuca valesiaca* és a *Stipa* fajok voltak. Annak ellenére, hogy a szárazgyepi kétszikű fajok jelentős része jól adaptálódott a legelés hatásaihoz a túllegeltetés hatására jelentős részük visszaszorult. A kevéssé intenzíven legelt magyarországi és kazahsztáni kurgánokon egyaránt jellemző volt a *Centaurea scabiosa*, *Falcaria vulgaris*, *Galium verum*, *Potentilla* fajok, *Verbascum phoeniceum* és *Veronica* fajok jelenléte. Az intenzív biomassza eltávolítás és a taposás hatására a szárazgyepi specialista növényfajok fajszáma és borítása jelentősen

csökkent, a zavarástűrő gyomfajoké pedig nőtt. A gyomosodás hasonló mintázatokat mutatott a két régióban, sőt a domináns gyomfajok is hasonlóak voltak. Ennek oka, hogy mind Magyarországon, mind Kazahsztánban számos szárazgyepekben is előforduló gyomfaj kozmopolita, kontinentális vagy eurázsiai elterjedésű. Ennek megfelelően a kazah kurgánokon is a hazai túllegelt gyepekből és ruderalis területekről jól ismert gyomfajokkal találkoztunk, mint például a *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Elymus repens*, *Lolium perenne* és a *Taraxacum officinale*. A túllegelés hatására mind Kazahsztánban, mind Magyarországon általánosan tapasztalható jelenség a törpecserjék térhódítása. Ebben fontos szerepet játszanak a mindkét régióban megtalálható üröm fajok (hazánkban az *Artemisia santonicum*, Kazahsztánban pedig az *A. austriaca* és az *A. dracunculus*), melyeket fásodó száruk és a leveleikben található ízanyagok miatt kevésbé preferálnak a legelő állatok. A kazahsztáni kurgánokon a túllegelés hatására ugyanakkor számos olyan legelésre és taposásra érzékeny törpecserje faj visszaszorult (mint például az *Ephedra distachya* és a *Spiraea hypericifolia*), melyek egyébként jellemző elemeit képezték a gyepi vegetációnak.

Végezetül, még egyszer szeretném megköszönni Dr. Molnár Zsoltnak, az MTA doktorának az értekezés bírálatára fordított munkáját és hasznos tanácsait. Kérem tisztelettel a válaszaim elfogadását.

Debrecen, 2019. június 21.

Tisztelettel,



Deák Balázs