

SZENT ISTVÁN EGYETEM

**Az európai borz és a vörös róka
kotorékhely-kompetíciójának vizsgálata
különböző terepbiológiai módszerekkel**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Márton Mihály

Gödöllő

2018

A doktori iskola

megnevezése: Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola

tudományága: Állattenyésztési tudományok

vezetője: Dr. Mézes Miklós
egyetemi tanár, az MTA rendes tagja
Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Állattudományi Alapok Intézet
Takarmányozástani Tanszék

Témavezető: Dr. Heltai Miklós
egyetemi tanár, az MTA doktora
Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Vadvilág Megőrzési Intézet

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. A munka előzményei, a kitűzött célok

A XX. század közepére Európában az erőteljes gyérítés, valamint a természetes élőhelyeket érintő egyre intenzívebb antropogén hatások, a ragadozók jelentős állománycsökkenését eredményezték (HELTAI 2010). Ezzel összefüggésben a konfliktusos helyzetek száma is visszaesett, és ez a folyamat néhány évtized elteltével társadalmi szinten jelentős szemléletváltást vont maga után. Növekedni kezdett a ragadozók iránti érdeklődés, amely „ugródeszkat” jelentett a természetvédelemi törekvések és a kutatói munka számára (CSÁNYI 2000). Az egyre bővülő tudásanyag rámutatott az emlős ragadozók jelentős ökológiai szerepére, melynek egyik legalapvetőbb formája a felülről lefelé irányuló (top-down) ökoszisztéma szabályozás (BESCHTA és RIPPLE 2012, RIPPLE és BESCHTA 2012). Az elmúlt években nagyszámú vizsgálat fókuszált a klasszikus préda-predátor kapcsolatokon túl a ragadozó fajok közötti kölcsönhatások megismerésére. A témában megjelent közlésekben összességében igen változatos és bonyolult rendszerekről olvashatunk. Bizonyos esetekben a nagyobb testű ragadozó közvetett és közvetlen módon szabályozza a kisebb testű ragadozók létszámát (CROOKS és SOULÉ 1999, MILLER et al. 2001, GLEN et al. 2007). Ez a szabályozás megjelenhet a territoriális jelölés útján a területről való kizárással (ARJO és PLETSCHER 2004, HELLDIN és DANIELSSON 2007), a táplálékváltásra kényszerítéssel, a napi aktivitás megváltoztatásával, vagy egészen egyszerűen a kistestű ragadozó prédaként való kezelésével (PALOMARES et al. 1995, PALOMARES és CARO 1999, GLEN et al. 2007, KOWALCZYK et al. 2009, KOWALCZYK és ZALEWSKI 2011). Ezek a kapcsolatok azonban a különböző trofikus szinten elhelyezkedő ragadozókra igazak. Az azonos méretű és szerepű, egy ökológiai guildbe

tartozó ragadozó fajok között a közvetlen interakciókon alapuló versengés helyett, feltételezhetően a közvetett módon történő niche-szegregáció valósul meg. Az együtt élő, hasonló méretű és részben hasonló táplálkozású fajok elválhatnak egymástól élőhelyhasználatukban térben (FEDRIANI et al. 1999, HOLMALA és KAUHALA 2009), időben (FEDRIANI et al. 1999, BIRÓ et al. 2004, GLEN et al. 2007), vagy éppen a közös prédaforrások egyes ragadozó fajok esetében betöltött eltérő szerepével (KAUHALA et al. 1998, LANSZKI et al. 1999, LANSZKI et al. 2006). Az olyan közönséges, széleskörűen elterjedt, és ennek következtében számos gazdasági ágazat - kiemelten a vadgazdálkodás és a természetvédelem - szempontjából nagyhatású fajokat tekintve, mint az európai borz (*Meles meles*) és a vörös róka (*Vulpes vulpes*), nagyon keveset tudunk a közöttük fellépő kölcsönhatásokról.

Az európai borzzal és a vörös rókával kapcsolatos hazai tudáshiány ismeretében munkám elsődleges céljaként a két faj élőhelyválasztásához fűződő ismeretanyagunk bővítését tűztem ki. További célom volt a kotorékhely-kompetíció vizsgálata, melyet a klasszikus, ugyanakkor magas költség- és időigényű kizárásos kísérletek helyett (CSÁNYI 2007), a két faj élőhelyhasználatának párhuzamos elemzése és a közöttük feltételezhetően fellépő niche-szegregáció lehetséges „színtereinek” feltárása felől közelítettem meg (KAUHALA et al. 1998). A kutatómunka egyetlen központi hipotézisre és négy alhipotézisre épült, miszerint:

- A két faj közötti niche-szegregáció a kotorékásásra használt eltérő vegetáció szerkezetű és talajtani adottságú, valamint különböző táplálékkínálattal rendelkező élőhelyek esetében mutatkozik meg.
 - Az európai borz kotorékai nagyobb arányban találhatóak meg a túlevelű erdőben, mint a vörösróka-kotorékok.

- Az európai borz kotorékait elsősorban az idősebb, zárt erdőállományokban ássa, míg a vörös róka a nyíltabb, fiatal erdőterületek, cserjéseket használja magasabb arányban.
- Az európai borz kotorákásás szempontjából a kötöttebb talajokat választja, míg a vörös róka a lazább talajokat kedveli.
- Az európai borz kotorékainak környezetében a vörös rókához képest alacsonyabb a kistrágyázó és magasabb a földigiliszta kínálat.

A központi hipotézis vizsgálatához a következő kutatási kérdéseket fogalmaztam és válaszoltam meg:

1. Mi jellemzi az európai borz és a vörös róka kotorékhely-választását a vegetáció alapján több vadgazdálkodási egység méretű vizsgálati terület adatait egyben értékelve országos szinten, valamint erre alapozva kimutatható-e különbség a két faj között?
2. Mi jellemzi az európai borz és a vörös róka kotorékhely-választását a vegetáció és egyes talajtani paraméterek alapján a vadgazdálkodási egység méretű vizsgálati terület esetében, valamint ez alapján kimutatható-e különbség a két faj között?
3. Milyen élőhelyi összetétel (élőhelyszerkezet) jellemzi az európai borz és a vörös róka kotorékainak közvetlen (mozgáskörzet szintű) környezetét a vegetáció, a fizikai talajféleség, valamint az irodalmi adatok alapján elsődleges táplálékforrások (kisemlős és földigiliszta fajok) tekintetében?
4. Kimutatható-e különbség (niche-szegregáció) a mozgáskörzet szintű elemzés során a két ragadozó kotorékhely-választásában a vegetáció

szerkezete, a fizikai talajféleség és a táplálékkínálat (kisemlős és földigiliszta fajok) alapján?

5. A táplálékkínálat vizsgálathoz szorosan kapcsolódó kiegészítő esettanulmány alapján kimutatható-e kapcsolat a kisemlős lyuksűrűség és a kisemlős egyedszám, valamint a kisemlős biomassza között?

2. Anyag és módszer

2.1. A két ragadozó magyarországi kitorékhely-választása a vegetáció alapján

Az európai borz és a vörös róka magyarországi kitorékhely-választásának összehasonlításához, több (borz: $n = 11$, róka: $n = 9$), az ezredforduló után végzett és a kitorékok vegetáció-típusonkénti elhelyezkedésén alapuló vizsgálat alapadatait gyűjtöttem össze. Az elemzésbe vont területek az ország különböző pontjain helyezkedtek el, a főbb vegetációtípusok területi arányában változatosnak tekinthetők (1. táblázat).

1. táblázat: A vizsgálati területek legfontosabb adatainak összefoglalása
(Rövidítések: T.sz.f.m. - tengerszint feletti magasság, L - lomblevelű erdő, T - tűlevelű erdő, Ny - nyílt terület)

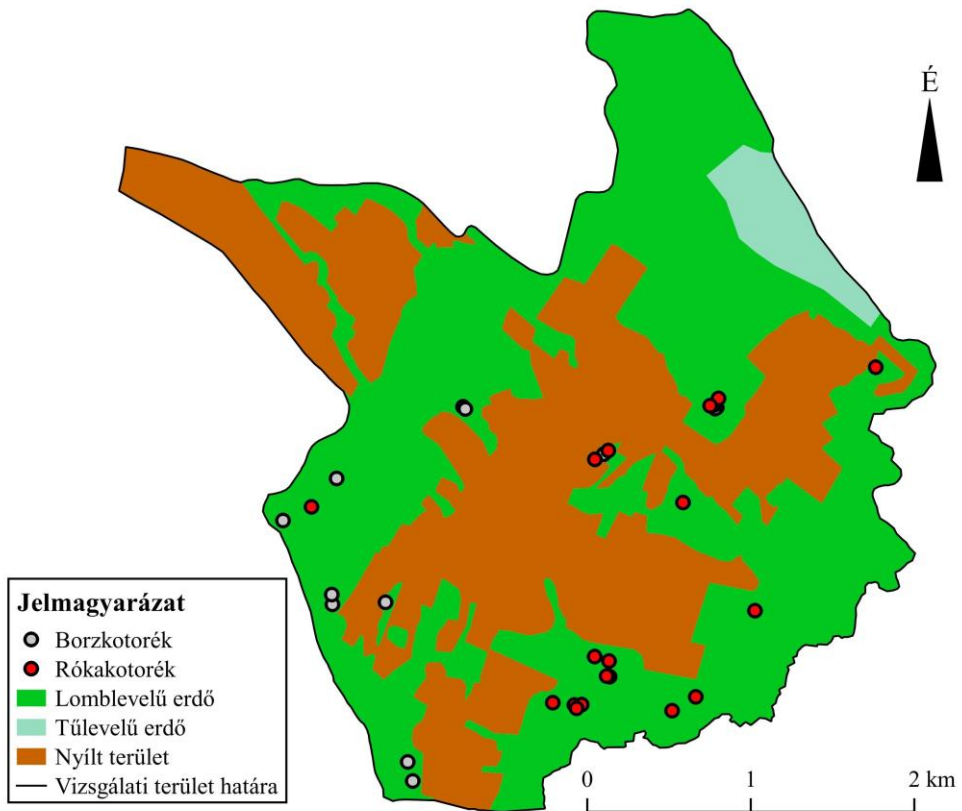
Vizsgálati terület elnevezése	Táj szerinti elhelyezkedés	Terület (ha)	Mintaterület aránya (%)	Domborzat	Átlagos T.sz.f.m. (m)	L-T-Ny (%)
Szob	Börzsöny	1257	40	dombvidéki	238	51 - 3 - 46
Valkó	Gödöllői-dombság	3728	21	dombvidéki	233	86 - 10 - 4
Pécel	Gödöllői-dombság	1430	29	dombvidéki	237	19 - 11 - 70
Veszprém	Bakony	3769	47	dombvidéki	320	70 - 12 - 18
Fonó	Dunántúli-dombság	2350	32	dombvidéki	143	5 - 0 - 95
Jászfényszaru	Jászság	5894	17	síkvidéki	108	25 - <1 - 75
Debrecen	Erdőspuszta	2922	23	síkvidéki	121	23 - 34 - 43
Püspökladány	Hortobágy	9961	25	síkvidéki	85	6 - 0 - 94
Kunszentmiklós	Kiskunság	3777	42	síkvidéki	99	8 - 1 - 91
Soltszentimre	Kiskunság	3000	24	síkvidéki	93	3 - 0 - 97
Kétújfalu	Dráva-sík	2050	25	síkvidéki	113	29 - 0 - 71

A katorékhely-preferencia elemzéséhez első lépésként a vizsgálati területek vegetációját egységes kategóriákba soroltam, melyek a lomblevelű erdő (ide értve a cserjéseket is), a tűlevelű erdő és a nyílt terület (szántóföldek, gyepterületek, egyéb nem fásszárú vegetáció). A tizenegy vizsgálati terület közül négy esetében (Fonó, Kétújfalú, Püspökladány, Soltszentimre) a tűlevelű vegetáció nem fordult elő, ennek következtében itt csak a lomblevelű erdő és a nyílt terület kategóriákra végeztem el a számításokat. Az adatfeldolgozás során kizárólag a lakott katorékok elhelyezkedését vettem figyelembe. A statisztikai adatelemzést Fisher-féle egzakt próbával (FISHER 1922), Chi²-próbával (REICZIGEL et al. 2010), Bonferroni Z-teszttel (BYERS et al. 1984) és Jacobs-indexszel (JACOBS 1974) végeztem.

2.2. A szobi vizsgálati területen végzett adatgyűjtés és adatfeldolgozás

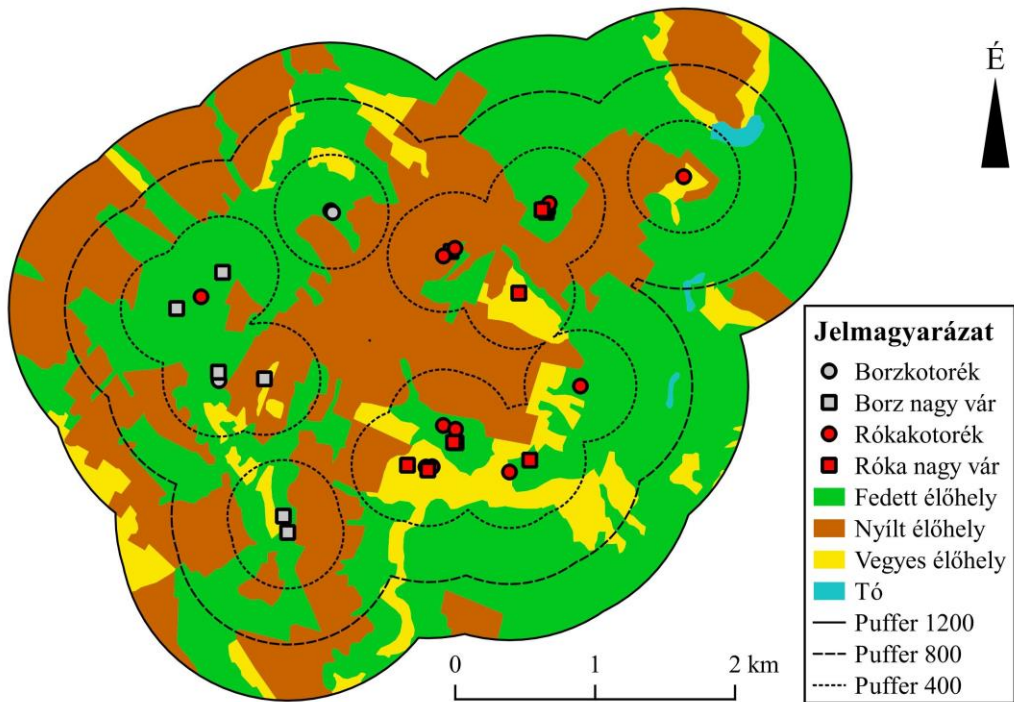
A terepi felmérést rugalmas sávossal végeztük (HELTAI és SZEMETHY 2010). Összesen 55 katorékot tártunk fel a területen, melyből 2012 tavaszán a borz esetében 13-at, a róka esetében 18-at tekintettünk biztosan lakottnak (1. ábra). Mindkét fajra utaló jelet összesen 2 katoréknál találtunk, az elemzésekből ezeket a katorékokat kizártam.

A katorékhely-preferencia kiszámítását vadgazdálkodási egység mérettartományban a vegetáció, egyes talajtani paraméterek (genetikai talajtípus, hidrológia) és az ökológiai élőhelykategóriák (fedett, nyílt, vegyes) alapján is elvégeztem. Statisztikai próbaként Fisher-féle egzakt próbát, Bonferroni Z-tesztet és Jacobs-indexet alkalmaztam.



1. ábra: A lakott kotorékok és a vegetációtípusok elhelyezkedése a szobi vizsgálati területen

Az ökológiai élőhelykategóriákra alapozott adatelemzést mozgáskörzet mérettartományban is elvégeztem (puffer módszer). Ezzel a módszerrel a lakott kotorékok (borz: $n = 13$, róka: $n = 18$), majd a mintaszám szűkítésével a legalább három kijáráttal rendelkező lakott nagy várak köré (borz: $n = 9$, róka: $n = 7$) egy 1200 (≈ 450 ha), egy 800 (≈ 200 ha) és egy 400 méter sugarú (≈ 50 ha) kör alakú puffert vettem fel (2. ábra). Az egyes pufferkörök területe megegyezett a két faj kontinentális égöv alatt mért mozgáskörzetével (WEBER és MEIA 1996, TUYTTENS et al. 2000, KOWALCZYK et al. 2003, KOWALCZYK et al. 2006).



2. ábra: Az ökológiai élőhelykategóriák pufferkörökön belüli elhelyezkedése a szobi vizsgálati területen

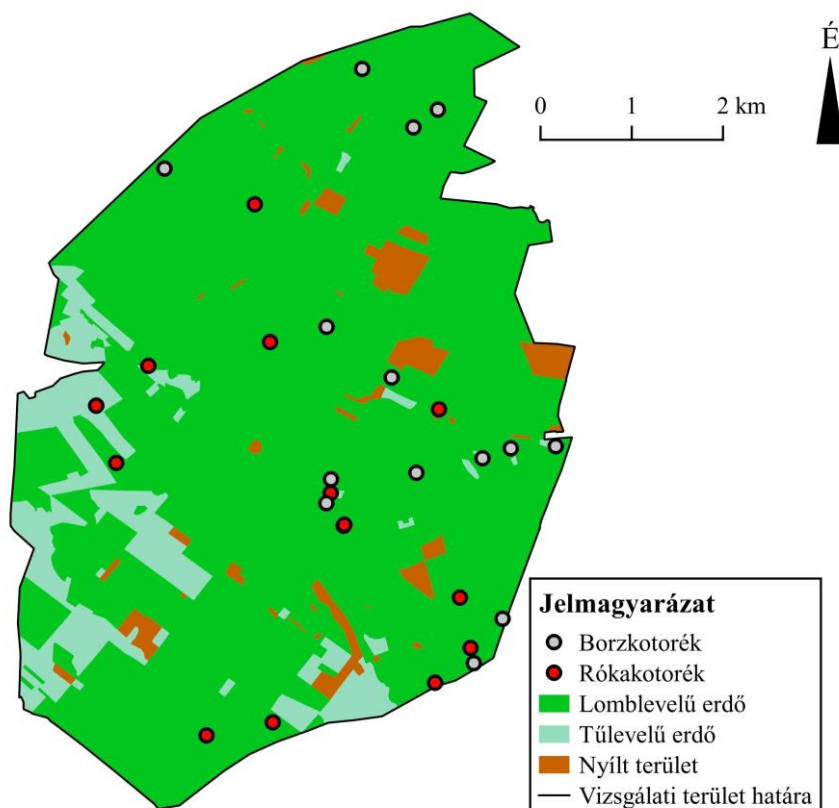
Az élőhelykategóriák átlagos területi arányát (HOLMALA és KAUHALA 2009) fajonként a puffereken belül egymáshoz és a pufferek között önmagukhoz képest is összehasonlítottam. Statisztikai próbaként ismételt méréses varianciaanalízist Tukey-Kramer post hoc próbával és Friedman-tesztet Dunn-féle post hoc próbával alkalmaztam (REICZIGEL et al. 2010). A két ragadozó kotorékai körüli élőhelyszerkezetet kétmintás t-próbával, Welch-próbával, illetve Mann-Whitney U-teszttel hasonlítottam össze (RUXTON 2006).

A 400 méter sugarú pufferkörön belül kiegészítő vizsgálat keretében kisemlős lyuksűrűség becslést végeztünk, melynek eredményét a két ragadozó esetében Mann-Whitney U-teszttel hasonlítottam össze. Ezt követően teszteltem az ökológiai élőhelykategóriák aránya és a kisemlős

lyuksűrűség közötti kapcsolatot, melyhez Pearson-féle korrelációt és Spearman-féle rangkorrelációt alkalmaztam (REICZIGEL et al. 2010).

2.3. A valkói vizsgálati területen végzett adatgyűjtés és adatfeldolgozás

A kotorékbecslés rugalmas sávos becsléssel került kivitelezésre (HELTAI és SZEMETHY 2010). Ennek során összesen 81 kotorékot találtunk, melyek közül 2017 tavaszán 14 borz- és 14 rókakotorék volt lakott (3. ábra).



3. ábra: A lakott kotorékok és a vegetációtípusok elhelyezkedése a valkói vizsgálati területen

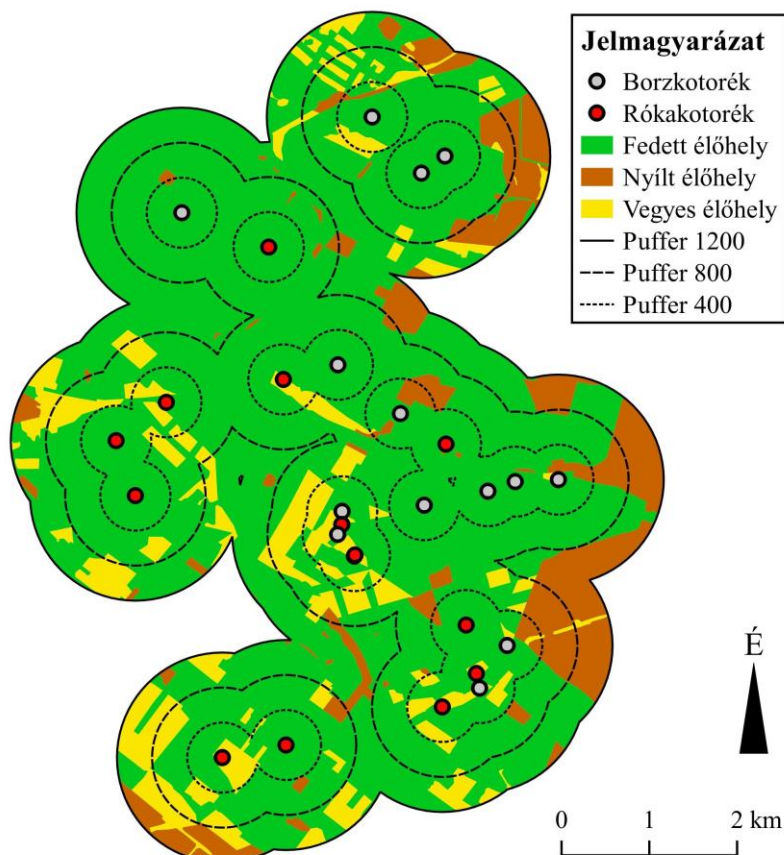
Mindkét fajra utaló jelet összesen 2 katoréknál találtunk, az elemzésekből ezeket a katorékokat kizártam.

Az élőhelyválasztás a vegetáció, az egyes talajtani paraméterek (genetikai talajtípus, hidrológia, termőréteg mélység, fizikai talajféleség) és az ökológiai élőhelytípusok alapján vizsgáltam. Statisztikai próbaként Fisher-féle egzakt tesztet alkalmaztam (FISHER 1922).

A puffer módszer során a szobi vizsgálatról eltérően a lakott katorékok környezetének elemzését (4. ábra) külön a lakott nagy várakra bontva, azok alacsony mintaszáma miatt (borz: $n = 3$, róka: $n = 1$) nem tartottam megalapozottnak. Ettől a különbségtől eltekintve az ökológiai élőhelykategóriákra alapozott adatfeldolgozás minden eleme megegyezett a szobi vizsgálat során leírtakkal (lásd: 2.2. alfejezet).

A legszűkebb (400 méter sugarú) pufferen belül végzett elemzések köre bővült. A szobi vizsgálat során már ismeretett kisemlős lyuksűrűségbecslésen túlmenően a fizikai talajféleség aránya (homoknál kötöttebb, homok) és a földigiliszta káinát is meghatározásra került. Az adatsorok összehasonlításához Wilcoxon-próbát és Mann-Whitney U-tesztet alkalmaztam (REICZIGEL et al. 2010).

Ezt követően teszteltem az ökológiai élőhelykategóriák és a fizikai talajféleség-kategóriák területi arányának kapcsolatát a kisemlős lyuksűrűséggel, valamint a földigiliszta-félék egyedsűrűségével és biomasszájával. Statisztikai próbaként Spearman-féle rangkorrelációt alkalmaztam (REICZIGEL et al. 2010).



4. ábra: Az ökológiai élőhelykategóriák pufferkörökön belüli elhelyezkedése a valkói vizsgálati területen

2.4. A kisemlős lyuksűrűség és egyedszám kapcsolatának tesztelése

Az általunk alkalmazott kisemlős lyukszámlálás módszer kapcsolata az egyedszámmal nem volt ismert. Ennek tesztelésére öt mintaterületen folyt kisemlős élvefogó csapdázás és lyukszámlálás (Szob: két mintaterület, Jászfényszaru: három mintaterület). Egyes mintaterületeken többször is végeztünk mérést, ennek következtében a teljes mintaszám tizenkettő. A

kisemlős lyuksűrűség és az egyedszám, valamint a biomassa kapcsolatának tesztelése során az alap adatokat azonos mértékegységgel adtam meg, így a lyuksűrűséget db/hektárral, az egyedsűrűséget jelöletlen egyed/100 csapdaéjszakával, a biomasszát gramm/100 csapdaéjszakával jellemeztem. A mérésenkénti adatpárok alapján Spearman-féle rangkorrelációval kapcsolatvizsgálatot végeztem (REICZIGEL et al. 2010).

3. Eredmények

3.1. A két ragadozó magyarországi kotorékhely-választása a vegetáció alapján

Az európai borz kotorékainak eloszlása a vegetációtípusok területi arányából várható értékektől a vizsgálatba vont tizenegy terület közül hét esetében a Fisher-féle egzakt teszt alapján kimutathatóan eltért, amely ezeken a vizsgálati területeken a faj főbb vegetációtípusok szerinti válogatására utal. A hét vizsgálati terület alapján a borz kotorékhely-preferenciáját, a nyílt élőhelyek statisztikailag igazolható elkerülése jellemzi. A lomblevelű erdő többnyire preferált élőhely, míg a tűlevelű erdő preferenciája változatosnak tekinthető. A vörös róka válogatása a vizsgálatba vont kilenc terület közül négy esetében volt kimutatható. A négy terület alapján a nyílt élőhelyeket és a tűlevelű erdőt elkerülés, míg a lomblevelű erdőt preferencia jellemezte. A két ragadozó kotorékainak vegetációtípusonkénti eloszlása összességében egy vizsgálati területen tért el.

Az országos kotorékhelyválasztás elemzésének eredményei azt mutatták, hogy mind a borz, mind a róka válogat a főbb vegetációtípusok alapján. Mindkét faj kerülte a nyílt élőhelyeket és preferálta a lomblevelű erdőt. A tűlevelű vegetációt a borz kimutathatóan preferálta, míg a róka területi aránynak megfelelően használta. A két ragadozó kotorékainak vegetációtípusonkénti eloszlását összehasonlítva a Chi²-próba szignifikáns különbséget mutatott, valamint a Bonferroni Z-teszt mindhárom vegetáció esetében igazolta az eltérést.

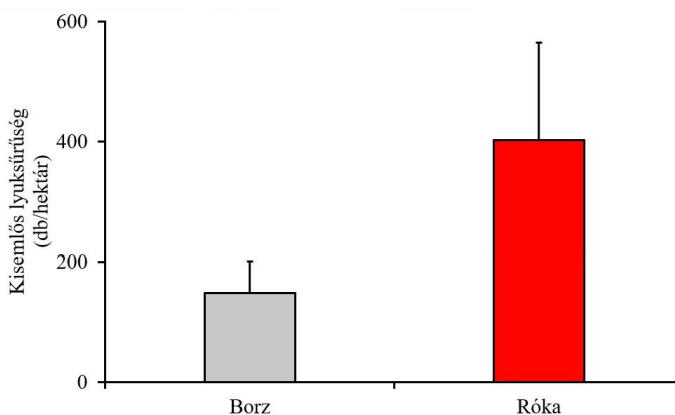
3.2. A két ragadozó kotorékhely-választása a szobi vizsgálati területen

A szobi vizsgálati területen az európai borz válogatása a vegetációt tekintve kimutatható volt. Preferálta a lomblevelű erdőt, valamint elkerülte a tűlevelű erdőt és a nyílt területeket. A vörös róka válogatása szintén igazolható. Kotorékásás szempontjából preferálta a lomblevelű erdőt, a másik két vegetációtípust pedig elkerülte. A genetikai talajtípust és a talajhidrológiai viszonyokat tekintve sem a borz, sem a róka esetében nem mutatható ki válogatás. Az ökológiai élőhelykategóriák alapján mind a borz, mind a róka válogatása statisztikailag alátámasztható volt. Kotorékaik területi eloszlásában sem a vegetáció, sem az ökológiai élőhelykategóriák alapján nem mutatható ki eltérés.

A puffer módszer alapján a borzkotorékok környezetében az ökológiai élőhelykategóriák közül a fedett és a nyílt élőhely tekinthető meghatározónak. A vegyes élőhely 10% alatti arányt képviselt mindhárom pufferkategórián belül. A rókakotorékok környezetében az 1200 és a 800 méter sugarú pufferen belül a fedett és a nyílt élőhelyek magas aránnyal (35-45%) voltak jelen. A vegyes élőhely a kotorékok felé haladva arányaiban egyre nagyobb területet foglalt el. A 400-as puffert tekintve már sem a lakott kotorékok, sem a lakott nagy várak esetében nem mutatható ki különbség a három élőhelykategória egymáshoz viszonyított arányában. Összehasonlítva az ökológiai élőhelykategóriák borz- és rókakotorékok körüli átlagos arányát a vegyes élőhely esetében tapasztalható eltérés emelhető ki. Az élőhelytípus a rókakotorékok környezetében jelentősen nagyobb kiterjedésű.

A lakott nagy várak 400 méter sugarú környezetében végzett kisemlős lyuksűrűség becslés eredménye a borzkotorékok környezetében lényegesen alacsonyabb sűrűséget mutatott, mint a rókakotorékok esetében (5. ábra).

A kapcsolat vizsgálat eredménye alapján a kisemlős lyuksűrűség a vegyes élőhely arányával áll szoros, pozitív összefüggésben.



5. ábra: Kisemlős lyuksűrűség (átlag + szórás) a lakott borz- és rókavárak 400 méter sugarú környezetében a szobi vizsgálati területen

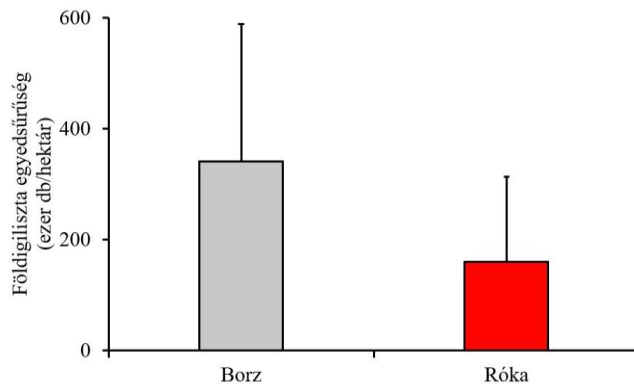
3.3. A két ragadozó kotorékhely-választása a valkói vizsgálati területen

Vadgazdálkodási egység méretű területi skálán vizsgálva a valkói területen sem a borz, sem a róka esetében nem volt kimutatható a válogatás az elemzésbe vont élőhelyi tényezők alapján (vegetáció, genetikai talajtípus, hidrológia, termőréteg mélység, fizikai talajféleség, ökológiai élőhelytípus). A két ragadozó kotorékainak eloszlását összehasonlítva a fizikai talajféleség tekintetében szignifikáns volt az eltérés.

A puffer módszer alapján a lakott borz- és rókakotorékok környezetében mindhárom pufferen belül a fedett élőhely átlagos aránya volt

a legmagasabb. Az egyes puffereken belül összehasonlítva az ökológiai élőhelykategóriák lakott borz- és rókakotorékok körüli átlagos arányát, statisztikailag igazolható különbség egyik kategória esetében sem volt kimutatható. A fizikai talajféleség-kategóriák közül a homoknál kötöttebb talajok aránya a borzkotorékok esetében volt a magasabb, míg a rókakotorékokat jobbra a homoktalajok vették körül.

A potenciális főbb táplálékforrások kínálatának feltérképezése során a 400 méter sugarú pufferen belül a kismélységi lyuksűrűség nem tért el a két ragadozó koterékainak környezetében. A földigiliszta egyedsűrűség és biomassa a borzkoterékok esetében szignifikánsan magasabbnak mutatkozott, mint a rókakoterékok környezetében kapott értékek (6. ábra).



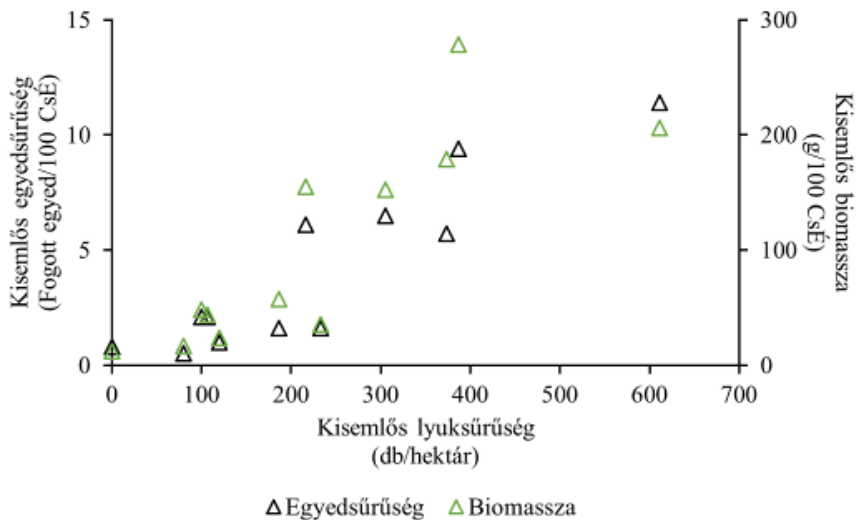
6. ábra: Földigiliszta egyedsűrűség (átlag + szórás) a lakott borz- és rókakoterékok 400 méter sugarú környezetében a valkói vizsgálati területen

A kapcsolat vizsgálat eredménye alapján a kismélységi lyuksűrűség sem az ökológiai élőhelykategóriák, sem a fizikai talajféleség-kategóriák területi arányával nem korrelált. A földigiliszta egyedsűrűség a nyílt területek arányával és a homoknál kötöttebb talajokkal pozitív, mérsékelt erősségű kapcsolatban állt, valamint negatívan korrelált a homoktalajok arányával. A

földigiliszta biomassza esetében kizárólag a nyílt élőhellyel lehetett szignifikáns kapcsolatot kimutatni.

3.4. A kismelős lyuksűrűség és egyedszám közötti kapcsolat tesztelésének eredményei

A korrelációvizsgálat eredménye alapján pozitív, szoros kapcsolat volt kimutatható a kismelős lyuksűrűség és az egyedsűrűség között, valamint a lyuksűrűség és a biomassza esetében is (7. ábra).



7. ábra: A kismelős egyedsűrűség és -biomassza kapcsolata a kismelős lyuksűrűséggel (Rövidítés: CsÉ - csapdaéjszaka)

3.5. Új tudományos eredmények

1. Új, egyszerű, alacsony technikai és pénzigényű metodikai rendszert dolgoztam ki, amely jó minőségű és publikálható adatokat szolgáltat az európai borz és a vörös róka kotorékhely-választásáról. A metodikai rendszer fő elemei: (1) pufferkörökön alapuló élőhely-analízis, (2) a lakott kotorékok környezetében rendelkezésre álló kisemlős és földgiliszta kínálat becslés.
2. Bizonyítottam, hogy az európai borz és a vörös róka kotorékhely-választásában rejlő különbségek feltárásában a mozgáskörzet szintű elemzés eredményesebb, mint a vadgazdálkodási egység méretű területre alapozó metodika.
3. Több, vadgazdálkodási egység méretű vizsgálati terület adatainak összevont elemzésével igazoltam, hogy országos szinten az európai borz és a vörös róka kotorékhely-választása a vegetáció alapján eltér, amely elsősorban a túlevelű erdő preferenciájában mutatkozik meg.
4. Kimutattam, hogy a szobi vizsgálati területen az európai borzéhoz képest a vörös róka kotorékainak környezetében a cserjések és a fiatalos korú erdők (vegyes élőhely) aránya magasabb.
5. Igazoltam, hogy a valkói vizsgálati területen a homoknál kötöttebb talajok az európai borz, míg a homoktalajok a vörös róka kotorékainak környezetében vannak magasabb arányban.
6. Kimutattam, hogy a szobi vizsgálati területen az európai borzéhoz képest a vörös róka kotorékainak környezetében a kisemlős lyuksűrűség magasabb értéket ér el.

7. Igazoltam, hogy a valkói vizsgálati területen a vörös rókáéhoz képest az európai borz kotorékainak környezetében a földigiliszta kínálat az egyedsűrűséget és a biomasszát tekintve is magasabb.
8. Számszerűsített és statisztikailag igazolt adatokkal rámutattam a mikroélőhelyi különbségek lehetséges szerepére az európai borz és a vörös róka kotorék-hely-kompetíciójának csökkentésében.
9. A kutatómunka során elvégzett esettanulmány alapján bizonyítottam, hogy az általam alkalmazott kisemlős lyuksűrűség becslés módszer indikálja a kistrágcsháló egyedsűrűségét és biomasszáját.

4. Következtetések és javaslatok

4.1. A két ragadozó magyarországi kitorékhely-választása a vegetáció alapján

A vizsgálati területek alapadatait összevontan elemezve elmondható, hogy a borz a lomblevelű erdőt, valamint a tűlevelű vegetációt preferálja, ezzel ellentétben elkerüli a nyílt területeket. A róka esetében a lomblevelű erdő preferenciája és a nyílt területek elkerülése mutatható ki, a tűlevelű erdőt területi arányának megfelelően használja kitorékásásra. A két ragadozó kitorékainak eloszlása a három fő vegetációtípusban szignifikánsan különbözik. Ez az eredmény azt mutatja, hogy a borz és a róka kitorékhely-választási stratégiája a vegetáció alapján nagy területi egységben, országosan vizsgálva elsősorban az erdős élőhelyek preferenciájában tér el. A különbség háttérében a domborzat, a talaj típusa, a hidrológiai viszonyok, valamint a táplálékfajok összetétele és területi eloszlása egyaránt állhat (NEAL és CHEESEMAN 1996, FULLER et al. 2004, ROSALINO et al. 2005b, LANSZKI et al. 2006). Összességében látható, hogy a vadgazdálkodási egység méretű vizsgálati területek esetében (lokális szinten) kimutatott preferencia jellemzők az országos szintű összevont elemzés során kapott eredményekkel nem mutatnak teljes átfedést. Tehát az adott területi léptékben elvégzett elemzésből származó ismereteket inkább csak hasonló méretű területen érdemes felhasználni.

4.2. A két ragadozó kotorékhely-választása a szobi és a valkói vizsgálati területen

4.2.1. Kotorékhely-választás a vadgazdálkodási egység méretű vizsgálati terület szintjén

A szobi vizsgálati területen az elemzésbe vont három élőhelyi paraméter közül válogatást mindkét ragadozófaj esetében kizárólag a vegetáció alapján lehetett kimutatni. Mind a borz, mind a róka a lomblevelű erdőt preferálta, valamint elkerülte a tűlevelű erdőt és a nyílt élőhelyeket. A genetikai talajtípus és a talajhidrológiai kategóriákban azok területi arányának megfelelő eloszlásban találtuk a kotorékokat. Ez azonban vélhetően nem azt jelenti, hogy a két ragadozó nem válogat ezekre az élőhelyi tényezőkre alapozva, inkább az feltételezhető, hogy a vizsgálati területen, és azon belül is az erdőterületeken sem a genetikai talajtípus, sem a talajhidrológia nem minősül limitáló tényezőnek, vagy legalábbis hatásuk nem kifejezett (MATYÁŠTÍK és BICÍK 1999). A valkói területen a vizsgált élőhelyi tulajdonságok köre két további tényezővel (fizikai talajféleség, termőrétteg vastagság) bővült. Válogatás egyetlen élőhelyi paraméter szerint sem mutatható ki az egyik ragadozó esetében sem. A vegetáció főbb kategóriái (lomblevelű erdő, tűlevelű erdő, nyílt terület), a genetikai talajtípus, a talajhidrológia, valamint a termőrétteg vastagság esetében ennek feltételezhető oka a kínálati oldal kotorékásás szempontjából optimális összetétele, ami azt jelentheti, hogy ezek az élőhelyi tényezők a valkói vizsgálati területen nem jelennek meg limitáló tényezőként (PHILLIPS és CATLING 1991, SMAL 1995, NEAL és CHEESEMAN 1996, ADKINS és STOTT 1998, ROSALINO et al. 2008).

Az alfejezetet összefoglalva az a következtetés vonható le, hogy a néhány ezer hektáros, vadgazdálkodási egység méretű vizsgálati területeken több élőhelyi paraméterre elvégzett vizsgálat esetén is inkább csak jelzés értékű eltéréseket lehet találni a két ragadozó kitorékhely-választásában. A statisztikailag alátámasztott, biológiailag is értelmezhető különbségek előfordulása csekély.

4.2.2. Kotorékhely-választás a mozgáskörzet szintjén

A szobi vizsgálati területen a két ragadozó lakott kotorékainak és lakott nagy várainak környezetében vizsgált ökológiai élőhelykategória arányok összevetése alapján az élőhelyszerkezetben statisztikailag igazolható különbség mutatható ki, amely mindhárom pufferen belül a vegyes kategória arányában jelentkezik elsődlegesen. A kotorék elhelyezkedésre és a rádiótelemetriára alapozott külföldi vizsgálatok a vegyes élőhelyet (cserjések, fiatalos erdőállományok) a borz számára, mint preferált területet kizárólag a mediterrán régióban írják le (FEDRIANI et al. 1999, REVILLA et al. 2000, 2001). A róka esetében azonban széles elterjedési területének több pontjáról is rendelkezünk olyan tanulmányokkal, melyek kedveltnek jellemzik ezt az élőhelytípust (JONES és THEBERGE 1982, CAVALLINI és LOVARI 1991, LUCHERINI et al. 1995, ADKINS és STOTT 1998, FEDRIANI et al. 1999, WHITE et al. 2006). A két faj lakott nagy várainak környezetében a 400 méter sugarú pufferen belül további statisztikailag igazolható élőhelyi különbséget jelent az eltérő kisemlős lyuksűrűség, mely a rókavárak környezetében nagyságrendileg kétszerese a borzváraknál mért denzitásnak. Ezt az eredményt kiegészítve a kisemlős lyuksűrűség és a kisemlős egyedszám, valamint a kisemlős biomassza kapcsolatának

feltárására irányuló esettanulmány adataival feltételezhető, hogy a kisemlős egyedsűrűség és a biomassa is magasabb a rókavárak környezetében. Ennek magyarázatául szolgálhat a kisemlősöknek, kiemelten az egér- és pocokfajoknak a két ragadozó táplálék-összetételében betöltött szerepe. A róka számára ez a fajcsoport jelenti a táplálékbázis alapját (SERAFINI és LOVARI 1993, BALTRŪNAITĖ 2006, LANSZKI et al. 2006).

A valkói vizsgálati területen a két ragadozó kitorékainak környezetét összehasonlítva az élőhelyszerkezet azonosnak tekinthető. A talaj fizikai féleségét vizsgálva kimutatható, hogy a borz kitorékhely-választása a rókához képest a homoknál kötöttebb talajok irányába tolódik el. A borz esetében ezzel egyező képet mutat az a Csehországban végzett tanulmány (MATYÁŠTÍK és BÍČÍK 1999), melynek eredményei szerint a borzkotorékok többsége (79%) a homoknál kötöttebb talajokon fordult elő. A táplálékforrások kínálata alapján a kisemlős lyuksűrűség mindkét ragadozó esetében alacsonynak tekinthető, erre alapozva szignifikáns különbség nem mutatható ki. A földigiliszta-félék egyedsűrűsége és biomasszája statisztikailag igazolhatóan magasabb volt a borzkotorékok környezetében. Erre az eredményre magyarázatot adhat a borz táplálék-összetételének irodalmi feldolgozása, mely alapján feltételezhető, hogy a valkói területen ezek a fajok jelentik a ragadozó egyik alapvető táplálékforrását (GOSZCZYNSKY et al. 2000, LANSZKI 2002, BALESTRIERI et al. 2009a). A földigiliszta egyedsűrűség pozitív, mérsékelt erősségű kapcsolatot mutatott a homoknál kötöttebb talajok területi arányával és negatívan korrelált a homoktalajok előfordulásával. Az eredmény összhangban van azokkal a külföldi kutatásokkal, melyek a borz élőhelyhasználatát a földigiliszta sűrűséggel hozzák összefüggésbe (KRUK et al. 1979, KOWALCZYK et al. 2003).

Az alfejezet átfogó következtetéseként elmondható, hogy amikor az európai borz és a vörös róka kotorékhely-kompetíciójának elemzését a vadgazdálkodási egység méretű vizsgálati terület helyett a két ragadozó mozgáskörzetének megfelelő kiterjedésű mérettartományban (WEBER és MEIA 1996, TUYTTENS et al. 2000, KOWALCZYK et al. 2003, KOWALCZYK et al. 2006) végezzük el, a különbségek láthatóvá válnak. Élőhelyválasztásukat mikrohabitat szinten feltételezhetően a táplálékbázisaik alapját képező eltérő prédafajok területi eloszlásának különbsége befolyásolja (PHILLIPS és CATLING 1991, KOWALCZYK et al. 2003, LANSZKI et al. 2006, BALESTRIERI et al. 2009a). Ez az összetett rendszer állhat Magyarországon az európai borz és a vörös róka dombvidéki niche-szegregációjának hátterében.

4.3. Javaslatok

Vizsgálatom eredményei alapján az európai borz és a vörös róka kotorékhely-kompetíciójának megismerésére irányuló további kutatások során javaslom:

- a niche-átfedés/szegregáció részletesebb feltárása érdekében a korábbi vadgazdálkodási egység szintű elemzések mellett, a puffer módszer általános alkalmazását,
- a puffer módszerrel vizsgált élőhelyi változók körének további bővítését (pl. domborzat egyenetlensége, vízfolyások, ideiglenes vízfolyások mennyisége, mesterséges vadetető, szőrök jelenléte).

A kutatók, valamint a vadgazdálkodás és a természetvédelem gyakorlati szakemberei számára az európai borz és a vörös róka kotorékaira alapozott vizsgálatok során egyaránt javaslom:

- a különböző területeken és időszakokban mért adatok megbízhatóbb összehasonlítása érdekében az értekezésben ismertett kotorék elkülönítési módszer alkalmazását, feltéve, ha nincs lehetőség a kotorékok járatrendszerének pontos feltérképezésére (pl. megásás).

A vadgazdálkodás és a természetvédelem gyakorlati szakemberei számára a vörös rókával kapcsolatos kotorékbecslések, kotorékkeresések kivitelezése során javaslom:

- a kotorékok hatékonyabb felkutatása érdekében a laza szerkezetű talajok, a vegyes élőhelyek (cserjések, fiatalos erdőállományok) és a gazdagabb kisemlőskínálattal rendelkező területrészek részletes feltárását.

5. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

Impact faktoros első szerzős cikk:

- Márton M., Markolt F., Szabó L., Kozák L., Lanszki J., Patkó L., Heltai M. (2016): Den site selection of the European badger, *Meles meles* and the red fox, *Vulpes vulpes* in Hungary. *Folia Zoologica*, 65 (1): 72-79. (IF 2016/2017 = 0,739)
- Márton M., Markolt F., Szabó L. & Heltai M. (2014): Niche segregation between two medium-sized carnivores in a hilly area of Hungary. *Annales Zoologici Fennici*, 51 (5): 423-432. (IF 2014 = 0,855)

Referált cikk:

- Márton M., Bóti Sz., Heltai M. (2016): A sárganyakú erdeiegér júliusi élőhelyhasználata egy jászági erdőben. *Tájékológiai Lapok*, 14 (2): 183-189.
- Márton M., Heltai M. (2016): Kisemlős populációk vizsgálata a Börzsöny déli oldalán. *Természetvédelmi Közlemények*, 22: 73-83.
- Heltai M., Márton M., Szemethy L., Csányi S. (2016): A ragadozógazdálkodás értékelése az elmúlt évtized adatai alapján. *Vadbiológia*, 18: 51-62.
- Márton M., Heltai M. (2015): Kisemlősök állománysűrűségének vizsgálata különböző élőhely-együttesekben. *Vadbiológia*, 17: 78-89.
- Heltai M., Horváth Zs., Kiss Á., Nagy A., Markolt F., Szentkirályi P., Lanszki J., Kozák L. & Márton M. (2013): Habitat-Dependent Burrow Preference of the Eurasian Badger in Its Original and New Occurrence Areas of Hungary. *Acta Zoologica Bulgarica*, 65 (4): 487-492. (IF 2012 = 0,309)
- Márton M., Szentkirályi P., Horváth Zs., Markolt F., Szabó L., Kozák L. & Heltai M. (2013): Hazai adatok a vörös róka (*Vulpes vulpes*) élőhelyválasztásához. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia*, 9 (3): 232-238.
- Márton M., Markolt F., Szabó L. & Heltai M. (2013): Burrow densities of Eurasian badger (*Meles meles*) and red fox (*Vulpes vulpes*) in Börzsöny mountains. *Review on agriculture and rural development*, 2 (1): 79-84.

Magyar cikk:

Márton M., Szabó L., Markolt F. & Heltai M. (2012): Az eurázsiai borz (*Meles meles*) és a vörös róka (*Vulpes vulpes*) élőhelyválasztása a Börzsönyben. In: Bodnár Á & Falusi E. (Szerk.) (2012): „Tehetségnap – 2012”. Gödöllő, 35 p.

Magyar nyelvű könyvrészlet:

Heltai M., Palánki G., Zuborecz T., Márton M. (2016): A kisemlősök táplálékhálózatokban betöltött szerepe és irtásuk lehetséges következményei. In: Pechtol János (szerk.) Vadászévkönyv, pp. 145-149.

Egyéb értékelhető cikk:

Márton M. (2015): Az Öregerdő sárganyakú egerei. Mi Újság Fényszarun? Augusztusi szám: 17.

Nemzetközi konferencián tartott előadás:

Márton M., Markolt F. & Heltai M.: Deciduous forests play a key role in the habitat selection of the Eurasian badger. Science for Sustainability International Scientific Conference for PhD Students, University of West Hungary, Győr, March 19-20, 2013

Márton M., Markolt F., Szabó L. & Heltai M.: Burrow densities of Eurasian badger (*Meles meles*) and red fox (*Vulpes vulpes*) in Börzsöny mountains. „New directions in agriculture and rural development” XII. Wellmann International Scientific Conference, Hódmezővásárhely, 25th April, 2013

Hazai konferencián tartott előadás:

Márton M., Szabó L., Markolt F., Heltai M.: Az eurázsiai borz (*Meles meles*) és a vörös róka (*Vulpes vulpes*) élőhely felosztása a Börzsönyben. Országos Felsőoktatási Vadászati Vetélkedő és Konferencia, Gödöllő, 2012. november 22-24.

Márton M., Heltai M.: Mit mutat meg a kotorék? (A niche-szegregációtól a növényvédelemig). X. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, „Zászlóshajók, karizmák és esernyők: mit tehet az emlőskutatás a természetvédelemért”, Mórahalom, 2016. április 1-3.

Márton M., Heltai M.: A talaj lehetséges szerepe a közönséges, közepetestű ragadozók élőhelyfelosztásában. VII. Magyar Tájökológiai Konferencia, Interdiszciplináris táj kutatás a XXI. században, Szeged, 2017. május 25-27.

Nemzetközi konferencia proceeding:

Márton M., Markolt F. & Heltai M. (2013): Deciduous forests play a key role in the habitat selection of the Eurasian badger. In: Neményi M., Varga L., Facskó F., Lőrincz I. (Ed.): Science for Sustainability International Scientific Conference for PhD Students, Proceedings, Second revised and extended edition, 423 p.

Hazai konferencia proceeding:

Márton M., Heltai M. (2017): A talaj lehetséges szerepe a közönséges, közepetestű ragadozók élőhelyfelosztásában. In: Blanka V., Ladányi Zs. (szerk.) Interdiszciplináris táj kutatás a XXI. században: a VII. Magyar Tájökológiai Konferencia tanulmányai, 656 p.