

**SZENT ISTVÁN EGYETEM  
MEZŐGAZDASÁG- ÉS  
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR**

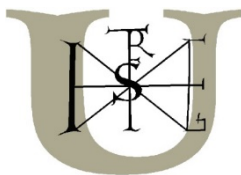
**Nem invazív monitoring módszerek fejlesztése emlős  
ragadozó fajok esetében**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Patkó László

Gödöllő

2017



**A doktori iskola**

**megnevezése:** Állattenyésztés-tudományi Doktori Iskola

**tudományága:** Állattenyésztési tudományok

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

**Témavezető:** Dr. Heltai Miklós  
egyetemi docens  
Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és  
Környezettudományi Kar  
Vadvilág Megőrzési Intézet

---

a témavezető jóváhagyása

---

az iskolavezető jóváhagyása

## 1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, A KITŰZÖTT CÉLOK

A ragadozókra ősidők óta versenytársként tekint az ember. E fajok fő táplálékát általában vadfajok és kisméltóságok teszik ki, de gyakran zsákmányolnak a külterjesen tartott háziállatok közül is. Az ebből származó problémákat a történelmi időkben kerítésekkel, őrzéssel, őrkutyákkal, csapdázással, vadászattal vagy éppen mérgezett eleség kihelyezésével igyekeztek orvosolni (Altai 1958). A XX. század jelentős részében általánosan elterjedt nézet volt, hogy a ragadozóknak viszonylag kicsi az ökoszisztémákra gyakorolt ökológiai hatása, különösen a termelő szervezetekkel és az elsődleges fogyasztókkal összehasonlítva (Rosenzweig 1973, Terborgh & Estes 2010, Heltai & Lanszki 2013). A táplálékpíramis trofikus szintjeit megvizsgálva azt látjuk, hogy a ragadozók viszonylag kis számban, a felső szinteken és a csúcson találhatóak meg (Fryxell et al. 2014). Mivel a piramis alsó lépcsőin nagy számban helyezkednek el növények és növényevők, ezek eredendően hatnak a felettük található szintekre, így a felsőbb régiók egyes szereplőinek eltávolítása nem okozhat különösebb gondot az ökoszisztéma működése szempontjából. Később azonban világossá vált az, hogy a ragadozóknak fontos ökológiai szerepe van (Estes & Palmisano 1974, Wilmers et al. 2003, Ripple et al. 2014).

A ragadozók (Carnivora) rendje 252 szárazföldi fajt számlál. Az IUCN Vörös Listáján 65 olyan faj található, amely a veszélyeztetett kategóriák valamelyikébe (*súlyosan veszélyeztetett, veszélyeztetett, sebezhető*) tartozik (IUCN Vörös lista). A Földünkön található ragadozófajok 26%-a veszélyeztetett, további 4%-a pedig adathiányos. Ez alapján – globális szinten vizsgálva – elmondható, hogy a ragadozók rendjébe tartozó fajok közel egyharmada emberi segítségre szorul. Sajnos

ennek ellenére a vadon élő állatokról gyakran a legalapvetőbb információkkal sem rendelkezünk (Joppa et al. 2016). Mivel a ragadozók gyakran csak kis egyedsűrűségben találhatóak meg élőhelyeiken és rejtőzködő életmódot folytatnak, sokszor csupán hátrahagyott nyomaikból (pl.: szőr, lábnyom, csapa, prédamaradvány, ürülék) tájékozódhatunk jelenlétükről. A molekuláris biológiai módszerek rohamos fejlődésével az említett közvetett vagy nem invazív genetikai minták (NGS) egyre könnyebben juttatnak minket a fajok kezeléséhez és védelméhez szükséges információkhoz. Bár a DNS izolálása rossz minőségű mintákból továbbra is kihívásokkal teli feladatnak tekinthető, az utóbbi időben komoly előrelépések történtek a nem invazív minták DNS izolálása során (Johnson et al. 2013).

A fentiekből látszik, hogy konzervációbiológiai és gazdálkodási célból egyaránt fontos a ragadozófajok monitorozása, a vizsgálatokhoz pedig egyre kifinomultabb módszerek állnak rendelkezésünkre. A monitorozás azonban többszintű: irányulhat az állományok vagy fajok jelenlétére (i), az állományváltozás irányára (ii) vagy a konkrét létszámra és sűrűségi viszonyokra (iii). Az egyes szinteket és metodikákat a terepi vizsgálatok és laboratóriumi technikák rohamos fejlődése miatt folyamatos ellenőrzés alatt kell tartani. A nem invazív vizsgálatok előtérbe helyezésével az ember zavarás kiszűrésével minimális torzítással juthatunk megbízható adatokhoz. A terepi vizsgálatok hatékonyságát azonban ellenőrizni kell, ha költséghatékony és pontos módszereket szeretnénk kapni az egyes szintek monitorozásához.

A fent bemutatott okok miatt értekezésemben a Magyarországon élő emlős ragadozók jelenlétéhez köthető monitoring módszerek fejlesztésével foglalkozom.

A szőrgyűjtési technikák különböznek és hatékonyságuk feltételezhetően több tényezőtől is függ, így céлом volt, hogy elvessem vagy megerősítsem a szőrgyűjtési módszerek monitoring célra történő alkalmazását hazai körülmények között. Az alábbi kérdésekre kerestem választ:

1. Milyen szőrgyűjtési módszerek alkalmasak leginkább a hazai emlős ragadozók tanulmányozására?
  - a. Vannak-e egy-egy fajcsoport esetén jellemzően használt szőrscapda típusok és attraktánsok?
  - b. Mennyire gyakran használják ezeket a mintagyűjtési módszereket Európa-szerte?
2. Különbözik-e az egyes testtájokról gyűjtött szőrök fajszintű azonosításának pontossága?
  - a. Van-e különbség az egyes testtájokról gyűjtött szőrök DNS mennyiségében?
3. Van-e különbség az egyes szőrgyűjtő eszközök vagy szőrgyűjtő felületek hatékonysága között?
4. Van-e különbség a morfológiai szőrhatározás pontossága és a mtDNS alapú fajazonosítás között?
  - a. Van-e különbség az egyes fajok határozhatósága között?
5. Elkészíthetők és eredményesen működtethetők-e a szőrgyűjtő eszközök hazánkban zárttéri és szabadterületi körülmények között emlős ragadozóktól történő mintagyűjtésre?
  - a. Rendelkeznek-e elég információval (genetikai és morfológiai) a szőrscapdákkal gyűjthető szőrök fajszintű azonosítás elvégzéséhez?

6. A természetes szörgyűjtők egy speciális típusa, a madárfészek alkalmas-e természetes és városi körülmény között is emlős faunisztikai adatokat szolgáltatni?
7. Milyen faunisztikai adatok gyűjthetők védett Natura 2000 területekről különböző szörgyűjtési módszerekkel?
8. Melyek a terepen legjobban működő szőrscapdák?

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### *2.1. A vizsgálati helyszínek*

#### *2.1.1. Fészekgyűjtés különböző élőhelyeken*

Fészekanalízisen alapuló vizsgálatomat három helyszínen végeztem: egy városi maradvány élőhelyfoltban, a Merzse-mocsárban (2011) és annak környékén, az erősen urbanizálódott gödöllői Alsóparkban és a Szent István Egyetem környékén (2012), illetve a mátrai Sár-hegy Natura 2000 területen (2016).

#### *2.1.2. Zárttéri helyszínek a szőrccsapdák tesztelésére és referenciák gyűjtésére*

A referenciamintákat a morfológiai és genetikai vizsgálatok optimalizálásához a Veregyházi Medveotthonból, a Budakeszi Vadasparkból, a Horkai Állatkoordinációs Központból és a Magyar Természettudományi Múzeumból gyűjtöttem, hogy azok biztosan fajazonosak legyenek. A prototípusoknak kiválasztott és legyártott szőrccsapdát a Budakeszi Vadasparkban teszteltem 2013. február-május között.

#### *2.1.3. A szőrccsapdák és opportunisztikus mintavételezések terepi helyszínei*

A rendszeres szörgyűjtési terepi monitoring tesztek két Natura 2000 (SPA) területen és tíz kisebb Különleges Természetmegőrzési Területen (SAC) történtek. A terepi vizsgálatok 2014. február és 2015. március között zajlottak, az intenzív csapdázási időszakok télen – több emlős ragadozó szaporodási időszakában – voltak.

A rendszeres mátrai és kiskunsági monitoring teszteken kívül az ország számos helyszínéről (pl.: Jászság, Zempléni-hegység, Bükk...)

gyűjtöttem vagy kaptam fajsztű azonosítást igénylő mintákat. Ezek az opportunisztikus módon gyűjtött minták különböző okok (pl.: mérgezéses esetek, egyéni nagyragadozó észlelések, mintavétel élvező csapdával) miatt kerülhettek a Vadvilág Megőrzési Intézethez (VMI).

## *2.2. Vizsgálati módszerek*

### *2.2.1. Irodalmi áttekintésre alapozott elemzések*

A tudományos folyóiratok cikkeit 2006 és 2015 között két keresőmotorral (Google Scholar, Science Direct) gyűjtöttem. A szakirodalmi gyűjtés során az emlős ragadozókra koncentrálok szőrscsapás irodalmakat, azokon belül is elsősorban a mesterséges eszközöket használó vizsgálatokat ellenőriztem. A ragadozók közül az európai fajok képviselték érdeklődésem középpontját, de a kevés rendelkezésre álló irodalom miatt a teljes Holartikus ökozónából történtek irodalmi gyűjtések. A hasonló vagy vikariáló fajokat egy csoportba gyűjtöttem és közösen vizsgáltam.

### *2.2.1. Fészekgyűjtés*

A terepbejárás során a sűrű csenderesek átvizsgálására koncentráltam, mert ezeken az élőhelyeken jó fészkelő- és búvóhelyet találhatnak az énekesmadarak, valamint a fészkek olyan magasságban helyezkednek el, amely különösebb nehézség nélkül is elérhető. A fészkek megtalálási helyét GPS készüléken (Garmin Gekko 201) rögzítettem. A mintákat külön papírzacskóba helyeztem, amelyeket feliratoztam (GPS pont kódja, dátum, gyűjtő neve). A fészkeket ezek után egy jól szellőző helyiségben szárítottam, majd mélyhűtőbe helyeztem. A laborvizsgálatok megkezdése előtt a mintákat UV-s csírátlanító berendezés alá helyeztem. A minták szétszedése fehér lapon történt, majd a talált szőrszálakat



simítózáras polietilén tasakokba helyeztem és egyedi kóddal láttam el (gyűjtő neve, terepi azonosító, laborazonosító, gyűjtés dátuma, szétbontás dátuma).

### *2.2.2. Zárttéri szőrscapda tesztek*

A tesztek során három típust próbáltam ki: dörgölözőpárnát (*rub pad* – A), módosított élvefogó ládacsapdát és PVC csőcsapdát (*cubbies* – B, C). A szőrscapda alaptípusokat a következő fajokhoz helyeztem be: vadászgörey, vadmacska, eurázsiai hiúz, nyest, aranyakál és a barnamedve. Az így begyűjtött szőröket (pehely- (UH) és fedőszőr (GH)) polietilén tasakokba helyeztem és mínusz 20°C-on, mélyhűtve tároltam. A minták feldolgozása a gyűjtést követően 3-4 héten belül történt.

### *2.2.3. Terepi mintagyűjtés Natura 2000 helyszíneken*

A terepi mintagyűjtések 2013 telétől 2015 nyaráig tartottak. Összesen 100 helyszínrre kerültek ki szőrscapdák a Mátrában. Ezek közül négy drótkéfés, kilenc pedig ragasztós ládacsapda volt. Hat drótkéfés és nyolc darab ragasztós PVC csapda is kikerült a területekre. A csapdák jelentős részét (n=85) dörgölözőpárnák tették ki. A kiskunsági mintaterületre 38 csapdát helyeztünk, amelyből négy drótkéfével, nyolc pedig kétoldalú ragasztóval ellátott ládacsapda volt. PVC csőcsapdából 20 darabot helyeztünk ki (kilenc drótkéfés és 11 ragasztószalaggal ellátottat). Hat darab dörgölözőpárna is kikerült erre a mintaterületre.

A szőrscapdákat rendszeresen (kéthetente vagy havonta) ellenőriztük. Az attraktánst és a csalifalatot minden ellenőrzés idején frissítettük. A mintagyűjtés és csalizás közben a lehető legkevesebbet érintkeztünk a csapdával, azt is lehetőleg gumikesztyűben. Ennek egyrészt

a keresztkontamináció miatt lehet jelentősége, másrészt pedig az emberi szagminták hátrahagyása miatt.

### *2.3. Laboratóriumi vizsgálati módszerek*

#### *2.3.1. A morfológiai szőrhatározás módszertana*

A szőrök preparálásánál figyelembe vettem Teerink (1991), Tóth (2003), Tóth (2015) és Lanszki (szóbeli közlés) útmutatásait. A szennyeződések eltávolításához a leírások és saját tapasztalataim alapján 70%-os alkoholban történő áztatást választottam. Néhány órás áztatás után a szőrt etil-éterbe helyeztem pár percre.

A vaktesztek során három független szakértő 11 különböző fajtól (róka, hiúz, vadmacska, aranysakál, nyest, borz, mosómedve, nyestkutya, vadászgörey, farkas, medve) származó, ismeretlenek kódolt mintát kapott az egyes fajok négy-négy testtájáról (hát, oldal, has, pofa).

#### *2.3.2. A genetikai szőrhatározás módszertana*

A terepen szőrscapdákkal vagy véletlenszerűen (pl. csapárol, fekhelyről, fészekről, elhullott, elejtett állatról) összegyűjtött mintákat, illetve állatkertek, múzeumok, vadgazdálkodók gyűjtéséből származó ismert eredetű referenciamintákat dolgoztunk fel DNS diagnosztikai módszerek használatában jártas laboratóriumokkal (Nemzeti Agrárkutatói és Innovációs Központ, Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet (NAIK MBK), Nagy Gén Diagnosztikai és Kutatói Kft., Biomi Kft., CIBIO-InBio (Vairão, Portugália)) DNS koncentráció ( $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ ) és tisztaság mérése (A260/A230), valamint fajazonosítás céljából. A genetikai vizsgálatokat morfológiai azonosítás előzte meg.

#### *2.4. Statisztikai módszerek és szoftverek*

A leíró statisztikai adatokat,  $\beta$ -diverzitás számítást és a diagramokat Microsoft Office Excel 2016 programmal készítettem el. A testtájak határozhatósága közötti különbségek kimutatására  $\text{Chi}^2$  tesztet, a szőrökben található DNS mennyiség vizsgálatára pedig Wilcoxon tesztet és ismétléses ANOVA-t használtam. A statisztikai teszteket Prism 6 (InStat GraphPad 2016) szoftverrel hajtottam végre.

Az egyes vizsgálati területek fajdiverzitása közötti különbségek meghatározása Jaccard hasonlósági koefficiens (Jaccard index) használatával történt.

A térképeket QGIS térinformatikai szoftver (Quantum GIS Development Team 2016) segítségével készítettem el.

### 3. EREDMÉNYEK

#### 3.1. Irodalmi áttekintésre alapozott vizsgálatok

Összesen 26 olyan szakirodalmi tételt találtam az adatbázisokban, amelyek a keresett fajokra koncentráltak. Ezek között olyan irodalmak is szerepeltek, amelyek több fajjal foglalkoztak, így a végleges mintaszám nagyobb lett (n=35). A források mintegy fele (n=14, 53,85%) a Palearktisz faunartományban található ragadozókkal foglalkozott, míg a másik fele (n=12, 46,15%) a Nearktisz faunartományban találhatók. Az irodalmak az alábbiak szerint oszlottak meg a két terület között: hiúz (50-50%), kistestű macskafélék (80-20%), kutyafélék (40-60%), medvefélék (60-40%), vidra (50-50%), borz (100-0%) és menyétfélék (42,86-57,14%).

Az dörgölözőpárnákat elsősorban hiúzek esetében használták (n=7, 87,5%). Kistestű macskaféléknél az illatkarók vagy szagcsapdák voltak a leggyakrabban említve (n=5, 80%). Két vizsgálat (40%) gyűjtött kutyaféléktől szőrmintát fészekanyagból és további kettő (40%) mintagyűjtés dörgölözőpárnákat használt. A természetes dörgölözőfelületeket (pl. fatörzsek) kizárólag a medvék esetében használták (n=5, 100%). A természetes szörgyűjtési felületek hatékonyságának növelése céljából szögesdróttal betekert fa- és oszlopcsapdákat szintén a medvéknél alkalmaztak több esetben (n=3, 60%). Vidráknál a talált két forrás egyike (50%) módosított lábfogó vasakkal gyűjtött szőrmintát, míg a másik (50%) madárfészkekben talált szőröket. Borzszőröket madárfészkekben (n=2, 66,66%) vagy csapára (kotorék elé) kihelyezett szögesdróttal (n=1, 33,33%) lehetett kimutatni. Menyétféléket sikertelenül próbáltak dörgölözőpárnákkal mintázni (n=1, 12,5%), ugyanakkor cső- és lácacsapdák több esetben gyűjtöttek szőrt ezektől a fajoktól (n=5, 62,5%). Az irodalmakban talált 41 mintavételi

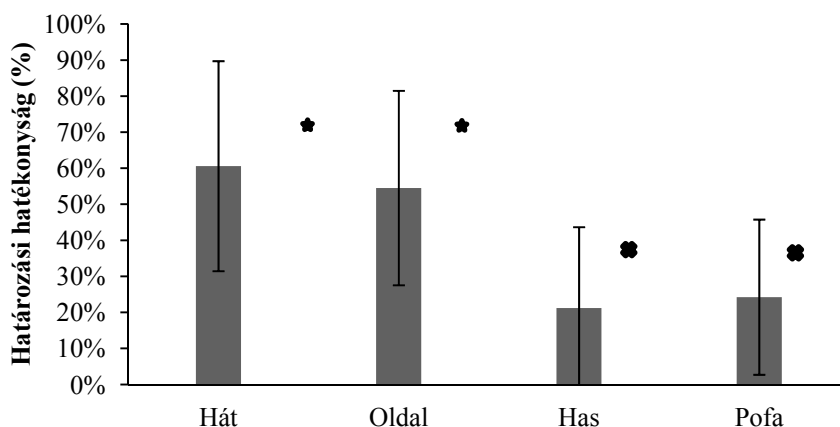
eljárásból a legritkábban a módosított lábfogóvasak (vidra, n=1, 2,44%) és a szörgyűjtő karámok (medve, n=1, 2,44%) kerültek elő. A dörgölözést kiváltó eszközök (n=15, 36,59%) és a madárfészkek (n=9, 21,95%) gyakran használt módszerek az egyes fajok esetén. A hét célcsoport közül csak a medvéket nem lehetett egy alkalommal sem kimutatni madárfészkekből.

A legtöbb (n=32, 84,21%) szörgyűjtésre alapozott vizsgálatot olyan magterületeken hajtották végre, ahol a célfajok nagyobb állománysűrűségben találhatóak meg. Az elterjedési terület szélén (periférián) található populációkban csak ritkán (n=3, 7,89%) hajtottak végre vizsgálatokat. Három (7,89%) olyan tanulmányt is találtam, amelyekben az eszközöket zárt területen tesztelték.

### *3.2. Az elővizsgálatok eredményei*

#### *3.2.1. A morfológiai és genetikai határozás pontossága*

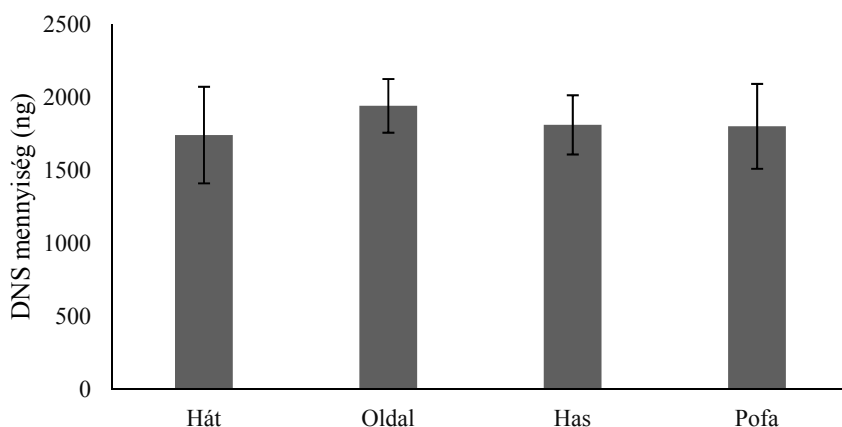
A morfológiai határozás pontosságát jelentősen befolyásolta, hogy mely testtájrról származtak a szőrszálak. A háti (dorzális) és oldalsó (laterális) tájékról származó szőrök jobb eséllyel (61%, SE=29,14; 55%, SE=26,97) bizonyultak fajszenen határozhatónak, mint a hasi (ventrális) vagy pofaszőrök (21%, SE=22,45; 24%, SE=21,53; **1. ábra**).



1. ábra. Különböző testtájáról származó szőrszálak morfológiai határozhatóságának sikeressége.

Nem tudtam szignifikáns különbségek kimutatni a háti és oldali testtájáról származó szőrök határozási sikerében ( $\chi^2$  teszt,  $\chi^2=0,203$ ;  $p=0,887$ ). A háti és oldalsó részokről származó szőrök azonban jobban határozhatóak, mint a pofáról és hasról származók ( $\chi^2$  teszt,  $\chi^2=5,506$ ;  $p=0,019$ ).

Mind a 40 invazív szőrmintából, mind pedig a 28 nem invazív szőrmintából sikeresen izoláltunk mitokondriális DNS-t. Az átlagos DNS sűrűség  $18,23 \mu\text{g}/\mu\text{l}$  ( $\text{SE}=2,6$ ) volt invazív minták esetén és  $9,18 \mu\text{g}/\mu\text{l}$  ( $\text{SE}=3,28$ ) nem invazív mintáknál. Az invazív minták közül a legtöbb DNS-t ( $20,75 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ ) borz szőréből, a legkevesebbet ( $15,5 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ ) pedig róka mintákból tudtuk izolálni. A több szőrszál minden esetben több DNS izolálásához vezetett (Wilcoxon teszt,  $n=28$ ;  $r=0,843$ ;  $p<0,0001$ ). Ezzel szemben a különböző testtájáról származó szőrszálak DNS mennyiségében nem tudunk szignifikáns különbséget kimutatni (ismételt méréses ANOVA,  $F=1,502$ ;  $p=0,242$ ; **2. ábra**).



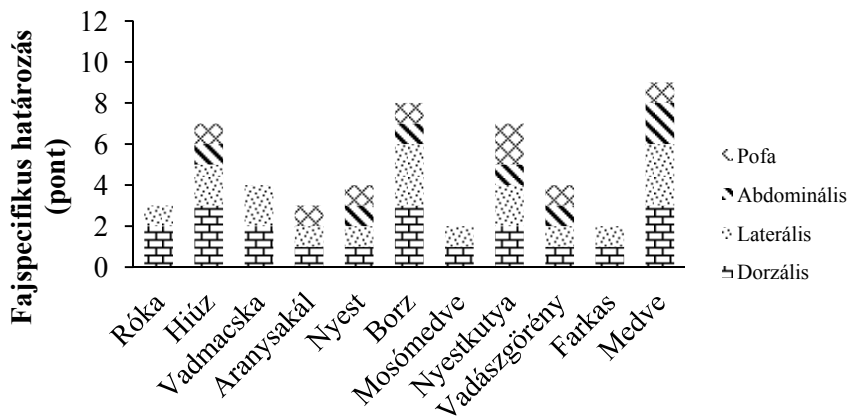
2. ábra. A különböző testtájokról gyűjtött szőrök DNS mennyiségében megfigyelhető mennyiségi különbségek (ismételt mérések ANOVA, ns;  $F=1,502$ ;  $p=0,242$ ).

### 3.2.2. Vakteszt: referenciaminták fajszintű azonosíthatósága

A vaktesztet végző három szakember a szőrminták körülbelül felét tudta fajszinten beazonosítani ( $x=40\%$ ,  $SE=30,13$ ). Átlagosan a medve (75%,  $SE=30,94$ ) és a borz (67%,  $SE=38,51$ ) voltak a legsikeresebben meghatározott fajok, míg a mosómedvét és farkast csak kevésbé sikeresen lehetett azonosítani (17%,  $SE=19,23$ ). A vakteszt során minden szakértő meg tudta határozni a fajszinten a medve és borz mintákat laterális szőrök alapján (100%). A mosómedve- és farkasszőrök határozási sikere megduplázódott (33%), ha csak a hát és oldal tájékról származó szőrök határozási sikerét vizsgáltam (**3. ábra**).

Az összesen 36 mintából hármát (8,33%) nem sikerült sem genetikailag sem morfológiailag meghatározni (semmilyen taxonómiai szinten). Összesen hat (16,67%) olyan minta volt, ahol csak a morfológiai határozás hozott valamilyen (nem feltétlenül fajszintű) eredményt és kilenc (25%) ahol csak a genetika. Morfológiai vizsgálattal 18 esetben (50%) sikerült fajszinten meghatározni a mintát, mtDNS elemzéssel pedig 22 esetben (61,11%). A morfológiai határozás nem mutatott tévedést

(0%), míg a genetikai határozás a BLAST eredményekre támaszkodva négy esetben (17,39%) tévesnek bizonyult, amikor molnárgörény egyedeket 16s rRNS BLAST alapján feketelábú görénynek (*Mustela nigripes*) azonosított.



3. ábra. Az egyes fajok határozási sikere (y-tengely: 12 pont, ahol egy pont egy faj fajsztípusú sikeres határozása szakértőnként (összesen három szakértővel, egy faj esetén maximum 12 pont érhető el)).

### 3.2.3. Zárt téren tesztelt szőrgyűjtő eszközök és szaganyagok

A hat vizsgált fajtól összesen 304 szőrmintát tudtunk gyűjteni. Az A-típusú csapdák gyűjtötték a legtöbb szőrt ( $n=125$ ;  $x=20,83$ ;  $SE=20,44$ ), majd a B-típus következett ( $n=115$ ;  $x=38,33$ ;  $SE=33,38$ ). A C-típus csak két fajnál (nyest, vadászgörény) volt bent és kevesebb szőrt ( $n=64$ ,  $x=32$ ) gyűjtött, mint az előbbi két csapda. A vadászgörénytől 110 ( $x=10,1$ ;  $SE=10$ ), a nyesttől pedig 94 ( $x=14,46$ ;  $SE=10,73$ ) szőrt tudtunk összegyűjteni. Arany sakáltól ( $n=50$ ,  $x=25$ ) és hiúztól ( $n=38$ ;  $x=9,5$ ;  $SE=8,54$ ) kevesebb szőrt tudtunk gyűjteni. A legkevesebb mintát a vadmacska ( $n=8$ ;  $x=1,14$ ;  $SE=2,26$ ) és a medve szolgáltatta ( $n=3$ ;  $x=0,75$ ;  $SE=0,96$ ).



A drótkefe bizonyult a legjobb szőrgyűjtő felületnek ( $n=131$ ;  $x=13,1$ ;  $SE=14,87$ ), a kétoldali ragasztó pedig a második legjobbnak ( $n=79$ ;  $x=15,8$ ;  $SE=13,53$ ). A csavaros megoldással kevés mintát lehetett csak gyűjteni ( $n=16$ ;  $x=1,46$ ;  $SE=2,84$ ), a tépőzár és szögesdrót megközelítőleg ugyanannyi szőrmintát gyűjtött ( $n=47$ ;  $x=4,7$ ;  $SE=7,44$ ;  $n=31$ ;  $x=7,75$ ;  $SE=12,23$ ).

### *3.3. Terepi mintagyűjtés szőrminták gyűjtése*

#### *3.3.1. Fészkek, odúk: csali nélküli természetes szőrscapdák*

A gödöllői Alsóparkban és Egyetemi parkban összesen 15 fészket találtam. A talált fészkekből 41 emlősszört sikerült azonosítanom faj vagy fajcsoport szinten. A Gödöllőn gyűjtött madárfészkekből összesen hét kategóriát különítettem el. Ebből hat faji kategória (mezei nyúl, kutya, vakond, ló, mogyorós pele és ember) egy kategória pedig a nem azonosítható szőröket képviseli (Unident.: adathiány miatt, vagy jellege miatt (pehelyszőr) nem azonosítható). Leggyakrabban emberi haj került elő a fészkekből (tizenegy fészkekből kilencben (81,81%) találtam haját).

A Merzse-mocsárban összesen 13 fészket gyűjtöttem, amelyekből 34 emlősszört sikeresen azonosítottam. A Merzse-mocsárban gyűjtött minták esetében összesen tizenegy kategóriát különítettem el. Ebből öt faji kategória (vándorpatkány, mezei nyúl, vidra, nagy pele és ember) és két iker-fajpár (mogyorós pele-erdei pele, menyét-hermelin) volt. A leggyakrabban előforduló fajok az ember ( $n=7$ ), a menyét-hermelin ( $n=6$ ) és a kistestű pelék ( $n=6$ ) voltak. A területen egy-egy fészkekből sikerült kimutatni a vidrát és a nagy pelét is.

A mátrai Sár-hegy SAC területéről 12 mesterséges odú bélésanyagot gyűjtöttünk, amelyekben összesen 55 db szőrmintát ( $x=4,58$ ;

SE=6,69) találtunk. Nyolc (66,67%) bélésanyag tartalmazott fedőszőröket, 4 mintában (33,33%) viszont egyáltalán nem voltak határozásra alkalmas fedőszőrök. A területről összesen 11 fajt sikerült leírunk. Leggyakrabban a vaddisznó (n=12; 21,82%) és egyéb párosujjú patások (n=14; 25,45%) szőrei kerültek elő.

### *3.3.2. Csaliannyaggal ellátott szőrccsapdák Natura 2000 területeken*

Az első mátrai mintavételezés (2014) során 51 szőrmintát sikerült gyűjtenünk a csapdák segítségével, amelyekből 19 darab (37,25%) embertől (n=4) vagy azonosíthatatlan forrásból (n=15) származott. A leggyakrabban (n=16, 32%) párosujjú patások mintái kerültek elő, amelyeket a kistestű ragadozók (n=7, 14%) követtek. Az 51 szőrmintából 13 (25,49%) tartozott ragadozó fajhoz.

A 2015-ös mintavételezésen 23 mintát tudunk gyűjteni, amelyekből 8 darabot (36,36%) emberként (n=6) vagy azonosíthatatlanként (n=2) kategorizáltunk. A leggyakoribb (n=7, 31,82%) csoport 2015-ben a kisemlősök voltak, amelyet a párosujjú patások (n=6, 22,27%) követtek. A 23 szőrmintából egy (4,55%) tartozott ragadozóhoz.

A 2014-es kiskunsági mintavételezés során a mátraihoz hasonlóan 51 szőrmintát tudunk gyűjteni, amelyekből 10 darab (19,61%) embertől (n=3) vagy azonosíthatatlan forrásból (n=7) származott. A leggyakrabban (n=18; 35,29%) kistestű ragadozók mintái kerültek elő, amelyeket a kisemlősök (n=13, 25,49%) követtek. Az 51 szőrmintából 24 (49,02%) tartozott valamilyen ragadozó fajhoz.

2015-ben 27 mintát gyűjtöttünk a szőrccsapdákkal, amelyekből 9 darabot (33,33%) emberként (n=2) vagy azonosíthatatlanként (n=7) kategorizáltunk. A leggyakoribb (n=7, 26,92%) csoport 2015-ben a

kisemlősök voltak, amelyet a középestestű ragadozók (n=6, 23,08%) követtek. A 27 szörmintából nyolc (29,63%) tartozott ragadozó fajhoz.

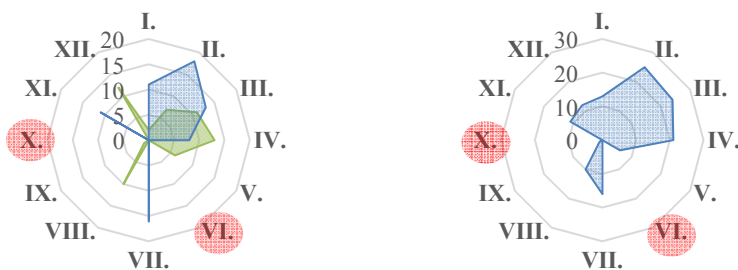
A mátrai helyszínek közül a 2014-es mintavételezési pontokon mutattam ki a legtöbb fajt. A két mintaterületen (Mátra, Kiskunság) összesen 17 fajt mutattam ki, amelyek közül három emberi hatásra jelent meg (házi macska, kutya és vízibivaly a kiskunsági területen). Ez alapján a területek szimilaritását jellemző Jaccard index=0,53.

### *3.3.3. A terepre kihelyezett csapdatípusok hatékonysága*

Az első mátrai kampány során 16 terepi alkalommal ellenőriztem a csapdákat. Az ellenőrzések során egy nap alatt átlagosan 2,63 (SE=2,73) mintát tudtam gyűjteni és 23,13 (SE=7,23) csapdát lehetett ellenőrizni. 2015-ben 31 terepi alkalommal sikerült ellenőrizni a csapdákat. Az ellenőrzések során egy nap alatt átlagosan 0,61 (SE=1,08) mintát gyűjtöttem és 24,1 (SE=9,57) csapdát ellenőriztem.

A kiskunsági mintaterületen 11 terepnapot töltöttem el és 47 szörmintát gyűjtöttem be a 275 ellenőrzés során. Az ellenőrzések során naponta átlagosan 4,27 (SE=1,68) mintát tudtam gyűjteni és 25 (SE=7,6) csapdát ellenőriztem. A második csapdakampányt 6 terepi napon végeztem el és 27 szörmintát tudtam begyűjteni 153 ellenőrzés során. Az ellenőrzések során egy nap alatt átlagosan 4,5 (SE=1,76) mintát gyűjtöttem és 21 (SE=4,82) csapdát tudtam ellenőrizni.

A szörgyűjtésre legalkalmasabb időszaknak az első negyedév tűnik. A mátrai területen az első négy hónapban 33 mintát találtam ( $x=8,25$ ; SE=4,86), az év többi időszakában pedig 29-et ( $x=4,83$ ; SE=5,31). A kiskunsági területen az első négy hónapban 50 mintát találtam ( $x=12,5$ ; SE=4,2), az év többi időszakában pedig 27-et ( $x=5,4$ ; SE=7,6) (4. ábra).



4. ábra. Bal: a mátrai (kék) és kiskunsági (zöld) mintaterületeken gyűjtött szőrminták (db) éves eloszlása (2014-2015). Jobb: a két mintaterület (Mátra, Kiskunság) és két mintagyűjtési periódus (2014, 2015) összevonása alapján szörgyűjtésre legalkalmasabb hónapok. Piros kör: októberben egy alkalommal történt, júniusban pedig nem történt mintavételezés.

### 3.3.4. *Opportunistikus mintagyűjtés*

A további 27 mintából 11 minta (40,74%) nagyragadozótól származott. A többi esetben a szakemberek egyéb fajok mintáit határozták terepi körülmények között potenciális nagyragadozó szőrnek. Ilyen kategória volt a ló (n=2; 7,4%), a gímszarvas vagy őz (n=5; 18,52%), a vaddisznó (n=5; 18,52%), a róka (n=1; 3,7%), a macskafélék (n=2; 7,4%) és az ember (n=3; 11,11%). A minták között kevert (vaddisznó és ember) minták is voltak.

## 3.4. *Új tudományos eredmények*

1. Irodalmi források áttekintő értékelése és terepi vizsgálatok alapján igazoltam, hogy a szörgyűjtés az elterjedési területek központjában hatékonyan működik, a peremterületeken véletlenül megjelenő egyedek esetében kevésbé hatékony. Ugyanakkor a peremterületeken alkalmanként megjelenő fajoktól gyűjtött oportunistikus és monitoring rendszerű terepi szőrminták alapján bizonyítottam a hiúz előfordulását a Mátrában,

valamint megerősítettem egyes nagyragadozók (farkas, medve) megjelenését az Északi-középhegység területéről.

2. Sikeresen bizonyítottam, hogy a küllemi bélyegek alapján történő szőrhatározás esetén a dorzális és laterális fedőszőrök a legalkalmasabbak a fajszintű határozáshoz, valamint igazoltam, hogy az egyes testtájak között a kinyerhető DNS mennyiségben nincsen szignifikáns különbség. Morfológiai határozáson alapuló vaktesztek segítségével bizonyítottam, hogy a fajok között különbségek vannak a határozás pontosságában. A borz és medve minden körülmények között egyszerűen és biztosan határozható dorzális vagy laterális fedőszőrök alapján.

3. A szakértői tesztek követően legyártottam és zárt téren teszteltem a szőrscspadák prototípusait és sikeresen gyűjtöttem határozásra alkalmas fedőszőröket hazai ragadozófajoktól. Meghatároztam a legalkalmasabb reguláris terepi szörgyűjtésre is használható szörgyűjtő felületeket (drótkefe, kétoldalú ragasztószalag) és bebizonyítottam, hogy a csapdákkal gyűjtött szőrökben elegendő mennyiségű és megfelelő minőségű DNS található a fajszintű azonosításhoz. Továbbá igazoltam, hogy az egyes terepen is használt eszközök hatékonysága különbözik. A legtöbb szőrmintát azonos munkaerő befektetés mellett a csőcsapdákkal és ládacsapdákkal tudtam gyűjteni.

4. Hazánkban először hajtottam végre reguláris, monitoring rendszerű szőrscspadázást dörgölőzópárnákkal. Az előzetesen tesztelt különböző mesterséges szörgyűjtő eszközökkel emlősfaunisztikai leírásokat készítettem két Natura 2000 területünkről (Mátra SPA és Kiskunsági

szikes tavak és őrjegi turjánvidék). Az eszközökkel sikeresen gyűjtöttem szőrt több hazai ragadozó fajtól is.

5. Ezzel párhuzamosan sikeresen teszteltem egy természetes szőrgyűjtési módszert, a fészekanalízist egy városi (Gödöllő) és egy városhoz közeli élőhelyen (Merzse-mocsár). Kimutattam, hogy a városi fészkekben is található elegendő jó minőségű fedőszőr a küllemi bélyegek alapján történő fajszerű azonosításhoz és egyes ritka vagy rejtőzködő fajok jelenlétének kimutatásához. A módszer segítségével valószínűsítettem a fokozottan védett vidra előfordulását a Merzse-mocsárban.

## 4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

### *Irodalmi áttekintésre alapozott vizsgálatok*

A természetes szörgyűjtők közül egy ritkán tesztelt módszer a madárfészek-analízis, amely során az énekesmadarak fészkének bélésanyagában található emlősszőrök szolgáltatnak adatokat. A Tóth (2008) által ismertetett módszertan ígéretesnek tűnik, de saját vizsgálataimon kívül csak egy szerzőpárostól lehet szakirodalmat fellelni a témában (Ondrušová & Adamík 2013). A célcsoportok közül csak medve szőre nem került elő a madárfészkekből, az összes többi ragadozócsoport kimutatható volt az irodalmakban feltüntetett vizsgálati területekről. Az ilyen módszerrel gyűjtött adatok eddig azonban csak kis mintaszám esetén kerültek genetikai eljárásokkal is feldolgozásra (Patkó, nem publikált adat). Ez a feldolgozás pozitív képet mutatott, mert mindhárom vizsgált szőrmintát sikerült 12S rRNS alapján azonosítani (kutya és róka) annak ellenére, hogy a szőrök több, mint fél évig egy odúban álltak a szabadban a környezet degradáló hatásának kitéve. A madárodúkban általában sok szőr felgyülemlik, ezért a morfológiai határozáson túl a mtDNS alapú fajhatározás is alkalmazható módszer lehet egy terület fajösszetételének meghatározására vagy faunájának monitorozására. Ilyen jellegű „egyszerű” jelenlét adatok különösen fontosak lehetnek például a Natura 2000 területek jelölőfajaira vonatkozóan.

A legtöbb (n=32, 84,21%) szörgyűjtésre alapozott vizsgálatot olyan magterületeken hajtották végre, ahol a célfajok nagyobb állománysűrűségben vagy bizonyítottan vannak jelen. Az elterjedési terület szélén (periférián) található populációkban csak ritkán (n=3, 7,89%) hajtottak végre szörgyűjtési vizsgálatokat. Vélhetően több olyan – jól megtervezett és kivitelezett – szőrscapdázási teszt is történt már,

amelyek eredményei nem jelentek meg nemzetközi folyóiratokban a sikertelen mintagyűjtésnek köszönhetően, pedig ezek is fontos információval szolgálhatnak a gyakorlati szakemberek számára. A sikertelen vizsgálatok (Comer et al. 2011, Anile et al. 2012) eredményei azonban csak ritkán jelennek meg lektorált szaklapokban. Az egyre többen használt nem invazív módszerek közé sorolható a szőrgyűjtés is, amely azonban igazán hatékonyan olyan területeken használható, ahol eredendően gyakrabban előfordul a célfaj. A ragadozófajok jelenléte és állományviszonyai továbbra is nehezen vizsgálhatók és ezen valószínűleg a módszerek kombinálásával (pl. kameracsapdákkal) (Long et al. 2008, Meek et al. 2014) és a vizsgálatba fektetett idő növelésével (pl. hosszútávú monitoring) lehet változtatni.

#### *A morfológiai és genetikai határozás pontossága*

A morfológiai határozás pontosságát jelentősen befolyásolta, hogy mely testtájáról származtak a szőrszalak. A szakirodalmi források általában a háti fedőszőrök határozhatóságát említik (Tóth 2002, Shajpal et al. 2008), de a három független szakértő által elvégzett határozás azt mutatta, hogy az oldalsó (laterális) fedőszőrök ugyanannyira alkalmasak a határozásra, mint a hátiak ( $\chi^2$  teszt,  $\chi^2=0,203$ ;  $p=0,019$ ). A háti és oldalsó testtájáról származó szőrök azonban jobban határozhatók, mint az oldalról és hasról származók ( $\chi^2$  teszt,  $\chi^2=5,506$ ;  $p=0,019$ ).

Az általam tesztelt szőrgyűjtő eszközök az állatok hátáról, oldaláról (esetleg oldaljáról) tudnak szőr gyűjteni, így a legalkalmasabb alaktani bélyegekkal rendelkező fedőszőrökön kezdődhetett meg a terepi minták határozása. A kutyafélék például szeretnek a hátukkal dörgölözni (elsősorban talajon fetrengve) (Ausband et al. 2011), míg a macskafélék oldaljáról és oldalról dörgölöznek a tárgyakhoz (Schmidt & Kowalczyk



2006). Az előzetes vizsgálatokból az is kiderült, hogy a DNS tartalom nem változik a testtájak között, így a tesztelt eszközök vélhetően terepi körülmények között is megfelelő szőrmintákat tudnak biztosítani a területek faunisztikai leírásához.

#### *Vakteszt: referenciaminták fajszintű azonosíthatósága*

A vaktesztet végző három szakember a szőrminták körülbelül felét tudta faji szinten beazonosítani, de ez nem feltétlenül jelenti azt, hogy a többi esetben minden alkalommal téves határozás történt volna. Az esetek nagy részében a határozók egy magasabb rendszertani kategóriát (pl. macskafélék, menyétfélék) azonosítottak és nem voltak elég biztosak a meglévő karakterek alapján az adott fajban. Erre az „önmegtartóztatásra” egyébként többen felhívják figyelmet (Spaulding et al. 2000, Lobert et al. 2001), hiszen mindenképp jobb egy kisebb felbontású, de biztos adattal rendelkezni, mint egy pontatlannal (Monterroso et al. 2013). A medve és a borz voltak a legsikeresebben meghatározott fajok, míg a mosómedvét és farkast csak sikertelenebbül lehetett azonosítani. A vaktesztből tehát kiderült, hogy az alaktani bélyegek alapján a szőrminták határozhatósága nagyban változhat különböző fajok esetén. Ez fontos lehet például olyan esetek bejelentésénél, ahol nagyragadozók (pl. medve vagy farkas) kártételét észlelték. A helyszínen esetleg fellelhető szőrmintákból egyszerűen és olcsón meghatározható, ha a kárt medve okozta, de a farkas esetén a morfológiai határozás vélhetően csak családszinten (kutyaféle) tud azonosítani.

A genetikai határozás hatékonyságát több tényező is befolyásolja. A DNS mennyisége különbözhet fajok között, a DNS meleg és nedves környezetben gyorsan degradálódik (Long et al. 2008) és a pontos határozáshoz általában költséges STR markerekre alapozott vizsgálatok

szükségesek. A morfológiai határozás megbízhatóságát ezzel szemben elsősorban a szubjektív tényezők befolyásolják. Fontos lehet, hogy mennyire gyakorlott a vizsgálatot végző szakember, milyen atlaszokból dolgozik és rendelkezik-e saját referenciagyűjteménnyel. A vizsgálatot végzők tudását „vaktesztekkel” ellenőrizve még objektívebbé és megbízhatóbbá tehető a határozás (De Marinis & Asprea 2006).

### *Zárt téren tesztelt szőrgyűjtő eszközök és szaganyagok*

A Budakeszi Vadasparkban tesztelt csapdákkal hat vizsgált fajtól összesen 304 szőrmintát tudtunk gyűjteni. Az A-típusú (dörgölőzőpárna) csapdákkal tudtuk a legtöbb szőrt gyűjteni ( $n=125$ ;  $\bar{x}=20,83$ ;  $SE=20,44$ ), de ezek az összes vizsgált fajnál bent voltak. Egyedül a nyesttől nem lehetett ilyen csapdával mintát gyűjteni, de az állat viselkedéséből kiindulva (ritkán dörgölőzik) ez nem meglepő. Hasonló eredményeket kaptak Észak-Amerikában halásznyest esetén (Long et al. 2007) is. A B-típusú (ládacsapda) eszközök, annak ellenére, hogy csak három fajnál (vadmacska, nyest, vadászgörény) voltak bent, sok mintát gyűjtöttek ( $n=115$ ;  $\bar{x}=38,33$ ;  $SE=33,38$ ). A C-típus (csőcsapda) csak két fajnál (nyest, vadászgörény) volt bent és kevesebb szőrt ( $n=64$ ,  $\bar{x}=32$ ) gyűjtött, mint az előbbi két csapdatípus. Ez vélhetően azért történhetett, mert a csőcsapdákat nehezebb stabilizálni, és a mozgó csapdában kevésbé érzik magukat biztonságban az állatok. Egy PVC csőcsapda előállításának anyagköltsége alacsony (600-800 ft/db), ezért a menyétfélékre javaslom a további használatukat. Tóth (2003) egyébként a hasonló rendszerű csőcsapdákat két oldalról nagyméretű szögekkel rögzítette a talajszinten, ami megoldhatja a stabilitás kérdését.

A drótkefe gyűjtötte a legtöbb szőrt ( $n=131$ ;  $\bar{x}=13,1$ ;  $SE=14,87$ ). A kétoldali ragasztó is elég sok mintát ( $n=79$ ;  $\bar{x}=15,8$ ;  $SE=13,53$ )

eredményezett, ennek a használata azonban elég körülményes. A ragasztószalag hideg és nedves időben nem mindig ragad, a szalagcsere nehéz, továbbá a szőrök kiszedés közben beleszakadhatnak a ragasztóba (Mowat & Paetkau 2002, Patkó, nem publikált).

*Fészkek, odúk: csali nélküli természetes szőrscapdák*

A legvárosiasabb vizsgálati területen, a gödöllői Alsóparkban és a SZIE parkjában összesen 15 fészket találtam és 41 szőrmintát sikerült azonosítanom. Gödöllőről kimutattam a mezei nyulat, vakondot, mogyorós pelét, lovat és kutyát. A legtöbb minta azonban emberektől származott, a fészkek 81,81%-ában találtam emberi haját. A Merzse-mocsárban összesen 13 fészket gyűjtöttem és 34 emlősszört azonosítottam sikeresen. Ebből öt fajt (vándorpatkány, mezei nyúl, vidra, nagy pele és ember) és két iker-fajpárt (mogyorós pele-erdei pele, menyét-hermelin) azonosítottam. A területen egy fészekből sikerült kimutatni a vidraszört is. Faunisztikai szempontból a vidra különösen érdekes lehet. A területen még nem bizonyított a vidra jelenléte, azonban szakirodalmi adatok alapján elmondható, hogy a vidrának országosan elterjedt stabil állománya figyelhető meg (Lanszki et al. 2008, Lanszki 2008), így könnyen előfordulhat, hogy a Merzse-mocsár területén is megjelent már. A mátrai Sár-hegy SAC területről 12 mesterséges odú bélésanyagot gyűjtöttünk, amelyekben összesen 55 db szőrmintát ( $\bar{x}=4,58$ ;  $SE=6,69$ ) találtunk. A területről összesen 11 fajt sikerült leírunk. Leggyakrabban a vaddisznó és egyéb párosujjú patások szőrei kerültek elő. A hód előfordulása némileg meglepő adat a Sár-hegyen, de kóborló helykereső példányok előfordulhatnak a közelben, még akkor is, ha a Szent Anna-tó csak időszakos vízként van számon tartva. A közelben több nagyobb vízfelület is található (pl.: markazi-víztározó, domoszlói horgásztó), amelyek

alkalmas élőhelyek lehetnek a hódok számára. 2005-ben több példányt is szabadon engedtek a vizsgálati terület közelében található horgásztóban, a hód pedig országos szinten egyre elterjedtebb fajnak minősül (Haarberg 2007).

Úgy gondolom, hogy a talált fészkek és odúk száma, valamint a bennük fellelhető szőrök mennyisége jól mutatja, hogy a módszer megfelelően alkalmazható városi (Patkó et al. 2014) és természetes területeken (Láng 2016, Tóth 2008, Ondrušová & Adamík 2013) is. A gyakorlat elsajátításához viszont sok idő és referenciaanyag szükséges (Lobert et al. 2001, Spaulding et al. 2000).

#### *Csalianyaggal ellátott szőrscapdák Natura 2000 területeken*

Az első mátrai mintavételezés során 51 szőrmintát sikerült gyűjtenünk a csapdák segítségével, amelyekből 13 (25,49%) tartozott valamilyen ragadozó fajhoz. A leggyakrabban (n=16, 32%) párosujjú patások mintái kerültek elő. Az emberen kívül 12 fajt vagy fajpárt tudunk kimutatni a területről. Egy esetben eurázsiai hiúz szőrmintáit is megtaláltuk egy szőrscapdán. Több faj kimutatása szerencsés egy általános faunisztikai leírásnál, azonban a genetikai vizsgálatokat nagyban nehezítheti, ha keresztkontamináció történik (Long et al. 2008). A kontaminációt az ellenőrzések közti idő lerövidítésével, fajspecifikus attraktánsok használatával vagy alapos morfológiai előválogatással lehet mérsékelni. A 2015-ös mintavételezés során sokkal kevesebb szőrmintát gyűjtöttünk (n=23). Az alacsonyabb mintaelemszámot okozhatta a véletlen is, de az is, hogy a terepi mintagyűjtést olyan személy végezte, akinek nem volt kellő gyakorlati tapasztalata a szőrscapdázásban. Önkéntesekkel végzett vizsgálatok bizonyították, hogy gyakorlat hiányában kevésbé pontos például a sűrűségbecslés (Foster-Smith &

Evans 2003). Egy hosszabb távú vizsgálat esetén a mintagyűjtők valószínűleg egyre több gyakorlatra tesznek szert, amely végeredményben egyre kisebb pontatlansághoz vezet.

A 2014-es kiskunsági mintavételezés során a mátraihoz hasonlóan 51 szőrmintát tudunk gyűjteni. A leggyakrabban (n=18; 35,29%) kistestű ragadozók mintái kerültek elő. Az emberen kívül 12 faj vagy fajpár került elő a kiskunsági mintaterületről. Az 51 szőrmintából 24 (49,02%) tartozott ragadozóhoz. A második mintagyűjtési kampányban kevesebb mintát (n=27) tudunk gyűjteni a kiskunsági területen is. A mintákból nyolc (29,63%) tartozott ragadozó fajéhoz. Ezek azonban nem a területre jellemző őshonos állatok szőrei voltak, hanem az elvadult, illetve – vélhetően tanya közeli – kóbor állatokból származhattak. Az aranykakászszőrt nem a fajra jellemző eszközzel (dörgölőzőpárna) gyűjtöttük, hanem ládacsapdával. Ez a jelenség vélhetően nem ritka, más források is említést tesznek arról, hogy a csapdákra néha nem rendeltetésszerűen (pl.: bemászásból, dörgölőzésből) kerülnek a minták (Ausband et al. 2011).

#### *A terepre kihelyezett csapdatípusok hatékonysága*

A kiskunsági mintaterületen összességében sikeresebb volt a szőrgyűjtés, mint a mátrai. A szőrgyűjtésre legalkalmasabb időszaknak az első negyedév tűnik. Ellenőrzéseink során a január-április közötti időszakban havonta 20-25 szőrmintát találtunk. Októberben egy alkalommal, júliusban pedig egyik évben sem jártunk a terepen csapdákat ellenőrizni. Ugyanakkor mindkét helyszínen voltak olyan terepi napok, amelyeken egyáltalán nem találtam mintákat. A csapdák közül általában a csőcsapdák és ládacsapdák gyűjtöttek több mintát. Ezek az eszközök voltak azok, amelyek többször is újra fogtak, tehát egy csapda egy

kampányban nem csak egy mintát gyűjtött. Az, hogy egy mintán belül mennyi szőr található, sok esetben nem tisztázott a nemzetközi szakirodalomban (Patkó et al. 2016b). Egy mintának számíthat, amikor sikerül azonosítani a fajt a szőrminta alapján, de félrevezető is lehet. Bizonyos fajok esetén (pl.: borz, őz) akár egyetlen jól fejlett fedőszőrből is egyszerűen lehet fajt határozni, így egy darab szőr is mintának számíthat. Jelen vizsgálatban a minták legtöbbször 5-nél kevesebb szőrszál tartalmaztak, ez azonban más kutatásokban is megfigyelhető (Bullington, szóbeli közlés, [http 10](http://10)). Tom (2012) arról számolt be, hogy a csapdái közül egyen sem volt újrafogás, viszont egy-egy csapda átlagban 1,7 szőrt gyűjtött.

#### *Opportunistikus mintagyűjtés*

A 27 mintából 11 minta (40,74%) nagyragadozó szőrminta volt. Egyéb esetekben ló (n=2; 7,4%), gímszarvas vagy őz (n=5; 18,52%), vaddisznó (n=5; 18,52%), róka (n=1; 3,7%), macskaféle (n=2; 7,4%) és ember (n=3; 11,11%) szőrmintákat azonosítottak tévesen terepi körülmények között.

A terepi körülmények között véletlenszerűen gyűjtött szőrminták segíthetnek védett vagy Natura 2000 jelölőfajok jelenlétének bizonyításában is. A kapott minták 40%-a nagyragadozótól származott, ami jóval nagyobb, mint a mintaterületeken célzott kereséssel kapott nagyragadozó (vagy ragadozó) minták aránya. Ezzel a módszerrel nyertek bizonyítást az internetes bulvárhíradásokban rendszeresen megjelenő medve és farkas észlelések is.

## 5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

### *IMPACT FACTORRAL RENDELKEZŐ FOLYÓIRATBAN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK:*

Patkó László, Ujhegyi Nikolett, Szabó László, Fehér Péter, Schally Gergely, Tóth Mária, Lanszki József, Nagy Zsolt, Szemethy László, Heltai Miklós (2017):

*Even a hair casts its shadow: review and testing of noninvasive hair collecting methods of carnivore species.*

**NORTH-WESTERN JOURNAL OF ZOOLOGY 12(1):** pp. 130-140 (IF: 0,87)

László Patkó, Nikolett Ujhegyi, Miklós Heltai (2016):

*More hair than wit: a review on carnivore related hair collecting methods.*

**ACTA ZOOLOGICA BULGARICA 68(1):** pp. 5-13 (IF: 0,53)

Szemethy László, Kovács Imre, Biró Zsolt, Heltai Miklós, Szabó László, Patkó László, Pop Mihai, Rigg Robin, Bjedov V., Strnad M., Dovahnych Y., Katona Krisztián (2016):

*The background for common integrated management of large carnivores and herbivores in the Carpathians.*

**NORTH-WESTERN JOURNAL OF ZOOLOGY 12(1):** pp. 122-129 (IF: 0,87)

### *IDEGEN NYELVŰ REFERÁLT FOLYÓIRATBAN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK:*

László Patkó, László Szabó, László Szemethy, Miklós Heltai (2015):

*Sneaky felids, smelly scents: a small scale survey for attracting cats.*

**WILD FELID MONITOR 8(1):** pp. 21.

Márton Mihály, Patkó László, Szemethy László, Gubányi András, Heltai Miklós (2014):

*Recent experience of BioREGIO Carpathians project: IUCN categorization of species occurring in the Carpathian region of Hungary.*

**REVIEW ON AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT 3(1):** pp. 43-48.

Patkó László, Ujhegyi Nikolett, Heltai Miklós (2012):

*Hair determination and identification from bird nest.*

**REVIEW ON AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT 1(1):** pp. 394-400.

*MAGYAR NYELVŰ REFERÁLT FOLYÓIRATBAN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK:*

Fehér Péter, Weigl Anett, Völgyi Viktória, Szabó László, Patkó László, Szemethy László, Heltai Miklós (2014):

*Szörgyűjtésen alapuló monitorozó módszerek tesztelése védett emlős ragadozó fajoknál.*

**VADBIOLÓGIA 16:** pp. 141-149.

Patkó László, Ujhegyi Nikolett, Heltai Miklós (2014):

*A madárfészek-analízis alkalmazásának tesztelése városi élőhelyeken.*

**TÁJÉKOLOGIAI LAPOK 12(1):** pp. 197-205.

*MAGYAR NYELVŰ KÖNYVFEJEZET:*

Bérczi Szabolcs, Fabók Veronika, Fehér Ádám, Heltai Miklós, Kalóczkai Ágnes, Katona Krisztián, Kelemen Eszter, Kovács Eszter, Králl Attila, Margóczy Katalin, Marticsek József, Mihók Barbara, Ónodi Gábor, Patkó László, Szabó László, Szemethy László, Standovár Tibor, Szmorad Ferenc, Tímár Gábor (2016):

*Módszertani kézikönyv a Natura 2000 fenntartási tervek készítéséhez.*

Gallai Zsófia (szerk.). Budapest. Printorg. pp. 170



*ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRATBAN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK:*

Fülöp Zita, Patkó László (2015):

*Szőrben az igazság?*

**MAGYAR VADÁSZLAP 3:** pp. 19-20.

Patkó László, Heltai Miklós (2015):

*Nagyragadozók az ökoszisztémában.*

**TERMÉSZETBÚVÁR 70(2):** pp. 9-11.

Patkó László, Ujhegyi Nikolett, Heltai Miklós (2013):

*Nem látlak, de tudom, ki vagy.*

**ÉLET ÉS TUDOMÁNY LXVIII(45):** pp. 1428-1430.

*NEMZETKÖZI KONFERENCIÁN TARTOTT ELŐADÁSOK  
PUBLIKÁCIÓI:*

Patkó László, Ujhegyi Nikolett, Szabó László, Tóth Mária, Lanszki József, Nagy Zsolt, Heltai Miklós (2014):

*Testing various hair-snagging devices and surfaces on Hungarian carnivore (Carnivora) species.*

In: Zimmermann Zita, Szabó Gábor (szerk.). **II. SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE CARPATHIAN BASIN**, Budapest, pp. 37-39.

Heltai Miklós, Patkó László, Szabó László, Márton Mihály, Szemethy László (2016):

*Nature conservation investigations in NATURA 2000 sites on Carnivore species.*

In: Zimmermann Zita, Szabó Gábor (szerk.). **III. SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE CARPATHIAN BASIN**. Gödöllő, Szent István Egyetem. Egyetemi Kiadó. pp. 77.

*HAZAI KONFERENCIÁN TARTOTT ELŐADÁSOK PUBLIKÁCIÓI:*

Patkó László, Márton Mihály, Szemethy László, Gubányi András, Heltai Miklós (2014):

*Védettségi szint besorolás jogi és IUCN módszertani kategorizálás alapján, különös tekintettel az állományváltozások ismert állapotának ellentmondásaira magyarországi védett és vadászható fajok esetében.*

In: Lengyel Szabolcs (szerk.)

**IX. MAGYAR TERMÉSZETVÉDELMI BIOLÓGIAI KONFERENCIA**, „Tudományoktól a döntéshozatalig”. Szeged. pp. 149.

Patkó László, Ujhegyi Nikolett, Heltai Miklós (2012):

*A madárfészek-analízis módszerének bemutatása és tesztelése egy városi maradvány élőhelyfoltban.*

**I. TEHETSÉGNAP**, Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar. Gödöllő. pp. 35.

Patkó László, Ujhegyi Nikolett, Heltai Miklós (2012):

*Emlőszőrök kimutatása és azonosítása madárfészekből.*

In: Takács Márton (szerk.). **II. SZAKKÖR KONFERENCIA**. Gödöllő. pp. 11.

*NEMZETKÖZI KONFERENCIÁN MEGJELENT POSZTEREK:*

Patkó László, Szabó László, Ujhegyi Nikolett, Heltai Miklós (2014):

*Non-invasive surveys in conservation biology.*

**STUDENT CONFERENCE ON CONSERVATION SCIENCE**. Cambridge. Egyesület Királyság. pp. 56.

Szabó László, Tóth Mária, Lanszki József, Weigl Anett, Ujhegyi Nikolett, Patkó László, Heltai Miklós (2012):

*Guard hairs' applicability in carnivore related monitoring programs.*

**XI. WELLMANN INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE**. Szeged. Magyarország. pp. 516.

Zsolt Biró, László Patkó, Mihály Márton, László Szemethy, Miklós Heltai, Miha Krofel, Dusko Cirovic, Peter Urban, Krzysztof Klimaszewski (2015):

*IUCN Red List in Eastern Europe: Do we have enough information for categorizing vertebrate species?*

**27TH INTERNATIONAL CONGRESS FOR CONSERVATION BIOLOGY**. Montpellier. Franciaország. 1 p.