

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

NAGYAPÁTI NIKOLETT

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

KAPOSVÁRI CAMPUS

2022

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
KAPOSVÁRI CAMPUS

A Doktori Iskola vezetője:

Prof. Dr. Szabó András DSc.

Témavezető:

Prof. Dr. Lanszki József DSc.

Természetmegőrzési Tanszék

Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

AZ ARANYSAKÁL ÉS A VÖRÖSRÓKA TÁPLÁLKOZÁSI
KAPCSOLATAINAK ÉS A FÉSZEKPREDACIÓ
VIZSGÁLATA

Készítette:

NAGYAPÁTI NIKOLETT

KAPOSVÁR

2022

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, HIPOTÉZISEK, CÉLKITŰZÉSEK

A vörös róka (*Vulpes vulpes*) a világon és Magyarországon az egyik legelterjedtebb és leginkább tanulmányozott ragadozó. Elterjedtsége miatt az egyik legjelentősebb emlős predátor. Az aranyakál (*Canis aureus*) állománya gyorsan nő Európában. A magas vagy növekvő populációlétszám és az ismert, vagy kevésbé feltárt táplálkozási szokások miatt ezek a mezopredátorok (közepes testmértű kutyafélék) konfliktusos fajok az ember-ragadozó viszonylatban. A táplálkozási szokások és interakciók, az azokat befolyásoló tényezők ismerete elengedhetetlen a ragadozókkal való ésszerű gazdálkodáshoz. Kutatásom során ezen ragadozók táplálkozás-ökológiájáról igyekeztem új ismereteket szerezni.

A doktori disszertáció négy témából áll. Az elsőben a vörös róka táplálkozás vizsgálatának tapasztalatait foglaltam össze olyan mezőgazdasági művelés alatt álló területre vonatkozóan, ahol aranyakál nem fordult elő. Másodikként, összehasonlító tanulmányban összegeztem a mezőgazdasági művelés alatt álló területen együtt élő vörös róka és aranyakál táplálkozásvizsgálatának tapasztalatait. Harmadikként egy intenzív nagyvadgazdálkodás alatt álló, erdősült területen végzett zsigervonással járó vizsgálat tapasztalatait foglaltam össze. A negyedik kutatásban a predáció madárpopulációra gyakorolt hatásait modelleztem városi környezetben.

Hipotézisek és célkitűzések

1. Mezőgazdasági területen élő vörös róka táplálékának változása hosszú távon

Kevés az olyan terület délnyugat Magyarországon, mint amilyen a vizsgálati területünk Fonó község térségében, ahol a vörös róka stabil

állományú csúcsragadozó maradt, tekintve, hogy ezt a szerepet az aranysakál az ország legtöbb területén átvette. Feltételeztük, hogy mezőgazdasági művelés alatt álló területen hosszabb időtávban (két évtizedben) bekövetkezett élőhelyi változásokkal a vörös róka táplálék-összetétele is változni fog.

Célunk volt a vörös róka táplálék-összetételének és táplálkozási niche-ének fajon belüli (felmérési időszakok és évszakok közötti) különbségeinek elemzése az első felmérési időszak (1992-1979) és a második (2012-2014) felmérési időszak vonatkozásában, ürülmintákra alapozva.

2. Az aranysakál és a vele együtt előforduló vörös róka táplálék-összetétele mezőgazdasági területen

Korábbi magyarországi mezőgazdasági művelés alatt álló területeken végzett vizsgálatok (vizsgálati időszakok: 1996-1997 és 2000-2004) a két kutyaféle ragadozó nagyfokú táplálkozásbeli hasonlóságát, kisemlős preferenciáját és szűk táplálkozási niche-ét mutatták, ugyanakkor kimutathatók voltak karakteres eltérések is. Feltételezve, hogy a nagyobb testtömegű, fejlettebb szociális szerveződésben élő ragadozó nagyobb prédát gyakrabban ejt el, mint a kisebb testű, magányos vadász, első predikciónk, hogy lényeges fajok közötti táplálkozási szokásbeli különbségeknek kell lenni, nevezetesen, a sakál nagyobb arányban fog fogyasztani nagyvadat, a róka pedig kisemlősöket. Második predikciónk, hogy a változatosabb táplálékon élő sakál a táplálkozását tekintve inkább lesz generalista, mint a róka. A forrásfelosztás-hipotézis alapján harmadik predikciónk, hogy az együtt élő mezopredátor fajok között a táplálkozási niche-átfedés kismértékű lesz, mert a forrásokat (például a prédafajokat) eltérő módon használják, vagyis felosztják egymás között. Annak érdekében, hogy jobban megérthessük az aranysakál ökológiáját és a vörös rókával, mint fő versenytársával fennálló fajok közötti kapcsolatokat, egy mezőgazdasági

művelés alatt álló területen (Vajszló, délnyugat Magyarország) végeztünk hároméves kutatást.

Célunk volt (1) az együtt élő aransakál és vörös róka táplálék-összetételének évszakos és évtől függő különbségeinek elemzése, (2) a táplálkozási niche-szélesség és a fajok közötti táplálkozási niche-átfedés vizsgálata, (3) a zsákmányfelosztás elemzése, az elfogyasztott zsákmány tömege és mikroélőhelye és élőhelyi kötődése alapján. Továbbá (4) magyarországi tanulmányok alapján vizsgáltuk az aransakál és a vörös róka táplálék-összetételei közötti különbségeket.

3. Az aransakál antropogén eredetű táplálékforrás-elvonásra adott táplálkozási válasza

Feltételeztük, hogy egy intenzív nagyvadgazdálkodású területen (Lábod, DNY-Magyarország), ahol magas a sakál egyedsűrűsége, az elsődleges táplálékforrás (nagyvadzsiger) hozzáférhető mennyiségének csökkentésére a sakál táplálékváltással válaszol. Az antropogén eredetű táplálékforrás sakál táplálkozásában betöltött szerepének (a hipotézisünk) tesztelése érdekében, Európában először végeztünk nagyobb léptékben nagyvadzsiger-elvonásos kezelést. Predikcióink, hogy a zsiger eltávolítás eredményeként (1) lecsökken a sakál gyomortartalom súlya és a testtömege, és (2) nő a prédaként felvett tápláléktípusok, nevezetesen (a) a kisemlősök és/vagy a (b) nagyvad tetemek és/vagy zsákmányállatként a nagyvad egyedek (felnőtt és/vagy fiatal) részaránya prédaként. Továbbá a kevésbé optimális (alacsony energiatartalmú) táplálék típusok, úgy mint (c) a növények és/vagy (d) a szemét (pl. ételmaradék) fogyasztása is megemelkedik.

Annak érdekében, hogy teszteljük a hipotézisünket, négy éven át (két kétéves időszakban) manipuláltuk a fő táplálék (nagyvadzsiger) elérhetőségét a vizsgálati területen. Célunk volt a kezeléshatás elemzése, nevezetesen, többváltozós módszerrel elemezni a zsiger kint hagyás (1. időszak), majd ezt

követő zsigerelvonás (2. időszak) gyomortartalom összetételre gyakorolt hatását (n = 200 sakál minta).

4. Mennyire lehet sikeres a madarak fészkelése egy egyetemi parkban?

Természetvédelmi szempontból előrehaladást jelentene a városi parkok (városi élőhelyek) madárbarát élőhellyé alakítása. A biodiverzitás eredményes megőrzése érdekében fontos a zsákmányállatok és a ragadozók közötti kapcsolatok ismerete. Kevésbé ismert, hogy parkokban az antropogén hatások (pl. forgalom, zavarás, gyepterelés) milyen mértékben befolyásolják a talajon, illetve a bokrokon költő madárfajok költési sikerét, pedig ezek az információk szükségesek a madárbarát parkok kialakításához és fenntartásához. A Kaposvári Egyetemi Campus parkjának élővilágáról készült felmérés, de a fajok között fennálló kapcsolatokról, különösen a predációs hatásokról szinte semmit sem tudunk.

A campus parkjában végzett fészkaljpredációs vizsgálattal a célunk az volt, hogy (1) megvizsgáljuk a bokor- és talajfészkekben költő madarak fészkaljának túlélési rátáit, és (2) feltárjuk, hogy mely potenciális ragadozók (pl. róka) és emberi eredetű zavarások veszélyeztetik a fészkaljakat.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Mezőgazdasági területen élő vörös róka táplálékának változása hosszú távon

A vizsgálati terület és a vizsgált faj

A vizsgálati terület Fonó község határában található. A dombvidéki területen jellemző a mezőgazdasági művelés. A vörös róka relatív egyedsűrűségét (egyedszám/km²) 2002-2014 közötti időszakban, májusban végzett kotoréksűrűség becslés alapján (lakott kotorékok száma × 2) számítottuk. A vizsgálat idején aranysakál nem élt a területen.

Mintafeldolgozás

A vörös róka táplálék-összetételét ürülékelemzéssel vizsgáltuk. Az ürülékeket ugyanolyan módszerrel, havonkénti gyakorisággal, standard (4,2 km hosszúságú) útvonalon gyűjtöttük az első időszakban (1992-1997, n = 350 minta) és a második időszakban (2012-2014, n = 237). Az ürülékmintákat standard módon elemeztük. Az ürülékmintákból meghatározott táplálékösszetételt RFO és FO alapján fejeztük ki (számítási módszerek rövidítése alábbiakban található részletesebben).

Adatelemzés

Annak érdekében, hogy teszteljük a táplálék-összetételek különbségét a két időszak és az évszakok között PERMANOVA-t alkalmaztunk. Annak megállapítására, hogy mely tápláléktípusok járultak hozzá leginkább a két felmérési időszakban tapasztalt táplálék-összetételbeli eltéréshez SIMPER-t alkalmaztunk (PAST program). A két időszak élőhelytípusainak (élőhely típusonkénti hektár adatok) eloszláselemzésére Chi-négyzet tesztet, míg a vadfajok terítéksűrűségének (egyedszám/km²), valamint a vörös róka sűrűségadatok (becsült egyedszám/km²) elemzésére kétmintás t-próbát alkalmaztunk. A táplálkozási niche szélességet Levins-féle indexszel

számoltuk. Az évszakonként számolt standardizált táplálkozási niche (B_A) értékeket a két időszak között kétmintás t-próbával hasonlítottuk össze.

2.2. Az arany sakál és a vele együtt előforduló vörös róka táplálék-összetétele mezőgazdasági területen

A vizsgálati terület és a vizsgált fajok

A vizsgálati terület a Drávához közeli Vajszló község határában található. Bár ez egy síkvidéki, belvízveszélyes terület, nagyrészt mezőgazdasági művelés alatt áll. A terület növényzetét mozaikosan különböző típusú élőhelyek alkotják, így szántók, erdők és felhagyott, gyepek. A területen a sakálállomány becsült átlagos (\pm SE) sűrűsége $0,35 \pm 0,08$ csoport/km² plusz $0,11 \pm 0,01$ egyed/km². A vizsgálati területen nem legeltettek.

Mintafeldolgozás

Az arany sakál és a vörös róka táplálék-összetételét és táplálkozási szokásait évszakonként két alkalommal, 2010 novembere és 2013 márciusa között gyűjtött ürülminták alapján elemeztük (sakál $n = 373$, róka $n = 268$). Az ürülmintákat 13,6 km hosszú standard útvonalon gyűjtöttük egy 6,1 km²-es mezőgazdasági területen. A mintákat elemzés előtt 3 hónapig -20 °C-on tároltuk.

Az ürülmintákat standard módszerrel dolgoztuk fel. A ragadozók táplálékösszetételét kétféle módon, RFO és BC alapján számítottuk ki. Az elfogyasztott táplálék nyers tömegének meghatározásához külön-külön lemértük a szárított táplálékmaradvány súlyát és felszoroztuk a táplálék típusnak megfelelő faktorszámmal (emésztési együtthatóval). A kimutatott állati eredetű táplálékokat testtömeg, viselkedési és ökológiai jellemzők alapján osztályoztuk. A prédát először súly alapján osztályoztuk (< 15 g, 15-50 g, 51-100 g, 101-300 g, 301-1000 g, és > 1000 g). Másrészt, az elfogyasztott zsákmányfajokat a mindennapi aktivitásuk során legjellemzőbb élőhelyzónájuk alapján talajsinten (főként talajsinten és alkalmanként

lombkoronaszinten is) élő, cserjéken és fákon (főként cserjéken és fákon, de alkalmanként talajszinten is) előforduló fajok, valamint vízi (és vizes élőhelyhez szorosan kötődő) fajok csoportjaiba soroltuk. Harmadrészt, élőhelytípus (élőhelyi kötődés) szerinti csoportosítást végeztünk úgy, hogy a préda fajokat jellemzően nyílt területhez kötődő fajok (pl. mezei pocok *Microtus arvalis*), jellemzően erdei vagy fedett területhez kötődő fajok (pl. vöröshátú erdei pocok *Myodes glareolus*) és élőhelygeneralista (nyílt és fedett élőhelyeken egyaránt előforduló) fajok (pl. *Apodemus* egérfajok, mezei nyúl *Lepus europaeus*, vadon élő patások) csoportjába soroltuk be. Negyedrészt, az emberi környezethez való kötődés alapján a táplálékállat fajokat jellemzően vadon élő, házi, illetve jellemzően emberi környezethez kötődő fajok, valamint vegyes kötődésű (vadon és települési környezetben egyaránt előforduló) fajok csoportjába soroltuk be.

Adatelemzés

Az FO adatok alapján számított táplálék-összetétel fajok (sakál és róka) közötti és intraspecifikus (évszak, év) különbségeinek vizsgálatára loglineáris modellt alkalmaztunk. Az analízis a sakál és a róka ürülékmintáin alapult, a válaszváltozónak az adott táplálékelem kimutatását vagy hiányát tekintettük. A modellt a ragadozó faj, az évszak és az év független változóival illesztettük. Az összehasonlítások nagy száma miatt Bonferroni korrekcióval 0,0045-re igazítottuk a szignifikancia szintet. A két ragadozó faj táplálékának 11 fő tápláléktípus biomassa számítás szerinti összetételét (arcus-sinus transzformált BC adatok) páros t-próbával hasonlítottuk össze. MANOVA-t alkalmaztunk, hogy megállapítsuk az elfogyasztott prédák nyers biomassa számítás szerinti fogyasztásának intraspecifikus különbségeit.

A táplálkozási niche-szélességet Levins-féle indexszel, a táplálkozási niche-átfedést Renkonen-indexszel számoltuk. A standardizált táplálkozási niche szélesség értékeit páros t-próbával hasonlítottuk össze. Az állati

eredetű táplálékok fogyasztását a testtömeg és három viselkedési vagy ökológiai jellemző (szintezettség, élőhely és környezeti kötődés) szerint a relatív előfordulási gyakoriság (RFO) és a számított biomassa (BC) értékek alapján G-tesztel hasonlítottuk össze. Hierarchikus klaszteranalízissel hasonlítottuk össze a sakál és a róka táplálék-összetételét.

2.3. Az aransakál antropogén eredetű táplálékforrás elvonására adott táplálkozási válasza

A vizsgálati terület és a vizsgált faj

A vizsgált terület Lábod térségében található. Ez egy síkvidéki homokterület. A régió tájhasználatában erdő- és vadgazdálkodás, valamint növénytermesztés dominál. A zsigerek súlyát (gyomor, belsőszék, nyelőcső, szív, tüdő és máj) a teljes testtömeg 25%-ban határoztuk meg. A második felmérési időszakban a nagyvad zsigert hivatásos vadászok gyűjtötték össze és helyezték el a sakálok számára elérhetetlen, elkerített területen. Az elhullott nagyvad mennyiségének becslése a regisztrált egyedek száma és fajonként, ivaronként és korcsoportonként ismert átlagos testtömeg adatokon alapult. A terület sakálállomány sűrűségét hét felmérésből számítottuk.

Mintaelemzés

A sakál táplálkozási szokásait hivatásos vadászok által az első felmérési időszakban elejtett 62 sakál és a második felmérésben 138 sakál gyomortartalma alapján vizsgáltuk. A sakálok testtömegének 0,1 kg-os pontossággal való lemérését követően a gyomrot kiemelték és -18 °C-on tárolták feldolgozásig. Az egyes táplálékelemeket lemérést (0,01 g-os pontosság) követően elemeztük.

A gyomormintákban levő táplálékelemek összetételét RFO, FO és W alapján fejeztük ki. A sakálokat ivar és időszak alapján csoportosítottuk.

Adatelemzés

ANCOVA-val hasonlítottuk össze a regisztrált nagyvad tetemek becsült össztömegét (független változó, kg/km^2) a két kétéves felmérési időszak között (fix tényezők), évszaktól (három időszak), mint kovariánstól függően. MANOVA-t alkalmaztunk a kifejlett sakál korcsoportban a testtömeg felmérési időszaktól, évszaktól és ivartól függő különbségeinek kimutatására.

Chi-négyzet tesztet alkalmaztunk a két felmérési időszak között az üres és a nem üres gyomrok eloszláselemzésére. A nem üres gyomrok esetében, ANCOVA-val vizsgáltuk a táplálék-manipuláció (felmérési időszak), az évszak és az ivar gyomortartalom logtranszformált súlyára gyakorolt hatását, ahol a testtömeg volt a kovariáns.

A három számítási módszerrel (RFO, FO és W) kapott alapadatok összefüggtek egymással mind a 16 főbb táplálék taxon esetében, így a későbbi statisztikai elemzéseket leginkább FO és W alapadatokon végeztük. Az FO adatokra alapozva loglineáris modellt alkalmaztunk a táplálék-összetétel felmérési időszakok, évszakok és ivarok közötti különbségeinek vizsgálatára. Az összehasonlítások nagy száma (16 táplálék-kategória) miatt, Bonferroni korrekcióval 0,0031-re igazítottuk a szignifikancia szintet. MANCOVA-t használtunk a táplálék mennyiségi összetételében mutatkozó különbségek tesztelésére (függő változó az arcsin transzformált W értéke, fix tényezők a felmérési időszak és az évszak, kovariáns az ivar).

A hozzáférhető nagyvad zsiger és tetem (becsült biomassa, kg/km^2) és az elfogyasztott nagyvad mennyisége ($\text{g}/\text{sakál gyomor}$) közötti összefüggés elemzésére lineáris regressziós modellt alkalmaztunk.

Az RFO adatokból standardizált táplálkozási niche-szélességet (B_A) Levins-féle képletből kiindulva számítottuk. A két felmérési időszak B_A -értékeit páros t-próbával hasonlítottuk össze (számításba véve az évszakokat). A felmérési időszakok között a gyomronként kimutatott

táplálékelemek számában található különbséget kétmintás t-próbával hasonlítottuk össze.

A disszertációban alkalmazott táplálék-összetétel számítási módok:

BC – fogyasztott táplálék biomassa-számítás szerinti százalékos részesedése (ürülékvizsgálatban).

FO – százalékos előfordulási gyakoriság (adott táplálékelemet tartalmazó minták százalékos aránya),

RFO – relatív előfordulási gyakoriság,

W – a kimutatott táplálékelemek nyers (eredeti nedves) súlyaránya (gyomortartalom vizsgálatban).

2.4. Mennyire lehet sikeres a madarak fészkelése egy egyetemi parkban?

Vizsgálati terület

A vizsgálati terület a Kaposvári Egyetem campus parkja, amely 5 hektáron terül el. A campus szántóföldekkel, fasorokkal és erdőfoltokkal övezett.

Modellezés

A talajon és bokrokon költő madárfajok fészkeljainak túlélési esélyeit mesterséges fészkekkel és fészkeljakkal vizsgáltuk. A talajfészkek esetében a sarkunkkal készítettünk mélyedést a talajban. A bokorfészkek csésze alakú csibehálóból készültek, melyeket 1-2 m magasan az ágakhoz erősítettünk, és fűvel kibéleltünk. Mindkét évben (2012, 2014) $n = 21$ talaj- és bokorfészket helyeztünk el váltakozva, egymástól 20 m távolságra, ezáltal az azonos típusú fészkek 40 m-re helyezkedtek el egymástól. Mindkét évben egy fűrj és egy hasonló méretű gyurmatozás került a mesterséges fészkekbe.

Adatgyűjtés és elemzés

Mindkét évben május 10-én (sok madárfaj másodköltésének idején) kezdtük a vizsgálatot, a fészkek ellenőrzését a tojások kihelyezését követő első (május 11), harmadik (május 13), hatodik (május 16) és tizenharmadik napon (május 23) reggel 7 és 8 óra között végeztük. A mesterséges fészkeljait

akkor tekintettünk predáltnak, ha legalább a fűrjtozás sérült vagy eltűnt a fészekből. A fészekalj predátorokat gyurmatojásokon hátra hagyott fog- vagy csőrnyomok alapján azonosítottuk.

A fűrjtojások napi túlélési rátáit Mayfield módszerével számoltuk és Johnson-féle teszttel hasonlítottuk össze. A gyurmatojásokat ért predációs eseményeket Chi-négyzet próbával, Yates-féle korrekció alkalmazásával teszteltük.

3. EREDMÉNYEK

3.1. Mezőgazdasági területen élő vörös róka táplálékának változása hosszú távon

Mindkét felmérési időszakban kisméltosok (főként *Microtus* és *Apodemus* fajok) voltak a róka elsődleges táplálékai. Másodlagosan fontos táplálékok növények (főként gyümölcsök), harmadlagosan fontosak a gerinctelenek (főként bogarak) voltak.

A 12 tápláléktípus elemzése során szignifikáns eltérések mutatkoztak a róka táplálék-összetételében az első felmérési időszak (1992-1997) és a második felmérési időszak (2012-2014) között mindkét számításmód szerint (RFO, $P = 0,0022$; FO, $P = 0,0027$). A második időszakban, az elsőhöz képest ritkábban fogyasztott kisméltosokat (relatív előfordulási gyakoriság, 39,2% vs. 26,8%), míg gyakrabban fogyasztott növényeket (főleg gyümölcsöt; 19,0% vs. 26,7%), gerincteleneket (11,0% vs. 15,0%) és vaddisznót (0,9% vs. 7,5%; a második időszakban a malacokat is beleértve). Ez a négy fő táplálék típus a két időszak táplálék-összetétele közötti különbségnek összesen több, mint 70%-át tette ki. A standardizált táplálkozási niche (B_A) az első időszakban szűkebb volt, mint a második időszakban (átlag \pm SD, $0,25 \pm 0,07$ és $0,34 \pm 0,09$, $P = 0,030$).

A róka táplálék-összetétele az évszakok között is szignifikánsan különbözött (RFO, $P = 0,009$; FO, $P = 0,016$). A felmérési időszak \times évszak interakció nem volt szignifikáns (RFO, $P = 0,592$; FO, $P = 0,727$).

3.2. Az aranyakál és a vele együtt előforduló vörös róka táplálék-összetétele mezőgazdasági területen

Az aranyakál elsődlegesen fontos táplálékát minden évszakban kisméltosok alkották (éves átlag, RFO: 65,1%, BC: 72,0%). A legfőbb tápláléka a mezei pocok volt. További fontos tápláléktípusok a nagyvadfajok

(éves átlag, RFO: 7,6%, BC: 13,2%) és a növények voltak (éves átlag, RFO: 17,8%, BC: 12,8%). A szarvasfélék fogyasztása télen és tavasszal volt csak kimutatható, alacsony részarányban. MANOVA-val nem találtunk jelentős különbséget a fogyasztási arányokban az évszaktól ($P = 0,825$), az évtől ($P = 0,817$) vagy ezek interakciójától függően ($P = 0,901$).

A vörös róka is elsődlegesen kisemlősöket fogyasztott (éves átlag, RFO: 41,9%, BC: 50,3%), de a fogyasztásuk nyáron és ősszel visszaesett. A legfontosabb táplálékfaj itt is a mezei pocok volt. Másodlagosan fontos táplálékait a növények jelentették (éves átlag, RFO: 30,2%, BC: 29,7%). Harmadlagosan fontos táplálékok nagyvadfajok voltak (éves átlag, RFO: 6,2%, BC: 7,9%, főként vaddisznó). A táplálék-összetétel bizonyos esetekben szignifikáns különbséget mutatott (pl. kisemlősök, gerinctelenek, növények esetén) az évszakok között (loglineáris analízis), a különbség az évszakok között csak a vaddisznó esetében volt jelentős, de az évszak \times év interakció minden tápláléktípusnál szignifikáns volt. Nem volt jelentős különbség a fogyasztási arányokban (BC) évszaktól ($P = 0,741$), évtől ($P = 0,622$) függően vagy ezek interakciói ($P = 0,740$) esetében.

Az évszak hatása a kisemlősök ($P = 0,0004$), az évhatása a vaddisznó ($P = 0,0019$) fogyasztásban volt jelentős, az interakciók nem voltak szignifikánsak.

A két ragadozó táplálék-összetétele hasonlóan bizonyult. A sakálhoz képest azonban a róka lényegesen nagyobb arányban fogyasztott madarakat. A sakál és a róka ürülékmintái 33 és 32 különböző állat taxont tartalmaztak. Mindkét ragadozó faj standardizált táplálkozási niche-e (B_A) egyformán nagyon szűk volt (sakál vs. róka, gyakoriság adatok: 0,13 vs. 0,19, biomassa adatok: 0,09 vs. 0,09), és a táplálkozási niche-ük nagymértékben átfedett (átlag \pm SE, biomassa adatok: $69,8 \pm 5,3\%$, előfordulási adatok: $73,8 \pm 2,8\%$).

Mindkét ragadozó számára kisméretű, talajszinten élő, nyílt területeken előforduló, vadon élő állatok voltak a legfontosabbak. Lényeges interspecifikus különbségeket találtunk a 301-1000 g-os prédaállatok, a lombkorona szintben élő, a nyílt és az erdei fajok és a településeken és a vadon egyaránt előforduló fajok fogyasztása esetében. A sakál, a rókához képest jellemzően nagyobb részarányban fogyasztott erdei és talajszinten élő fajokat.

3.3. Az aranysakál antropogén eredetű táplálékforrás elvonására adott táplálkozási válasza

Az elejtett nagyvad egy évre és egy km²-re jutó összesített tömege 271,6 kg volt az első felmérési időszakban és 198,6 kg a második felmérési időszakban. A nagyvadzsiger egy évre és egy km²-re számított mennyisége (összes: 67,9 kg és 198,6 kg, a két vizsgálati időszakban) jellegzetes, vadászidénytől függő, évszakos mintázatot mutatott. ANCOVA-val nem mutattunk ki jelentős eltérést az elhullott nagyvad egy évre és egy km²-re becsült tömegében a két felmérési időszak (16,8 kg vs. 16,2 kg, P = 0,943) és az évszakok között (P = 0,639).

A kifejlett sakálok testtömege nem különbözött a felmérési időszakok között (P = 0,513), de szignifikánsan eltért az ivarok (P < 0.001) és az évszakok között (P = 0.006). A felmérési időszak × ivar interakció szignifikáns volt (P = 0,032). A második felmérési időszakban, az elsőhöz képest a hímek nehezebbek (10,84 ± 0,29 kg vs. 11,23 ± 0,20 kg) és a nőstények könnyebbek voltak (9,59 ± 0,11 kg vs. 9,38 ± 0,15 kg).

Az üres gyomrok aránya (9,7% vs. 13,0%) nem különbözött lényegesen a két felmérési időszak között. A gyomortartalom súlyok sem tértek el jelentősen a felmérési időszakok (P = 0,786), az évszakok (P = 0,912) vagy az ivarok (P = 0,512) között. A felmérési időszak × évszak interakció a december-áprilisi időszakra nézve volt szignifikáns (P = 0,007), a sakálok

gyomortartalma a második felmérésben könnyebb volt, mint az első időszakban.

Az első felmérési időszakban (zsigerelvonás előtti időszak) a sakálok elsődleges tápláléka nagyvad zsiger és -tetem volt (a táplálék 55%-a). A második legfontosabb táplálékelem a kifejlett vaddisznó, harmadlagosak a szarvasfélék voltak. A második felmérési időszakban (zsigerelvonás időszaka) a sakál legfontosabb tápláléka továbbra is nagyvadzsiger és -tetem volt, melyek a tápláléknak közel egyharmadát tették ki.

Loglineáris modellezéssel kimutattuk, hogy a felmérés időszaka nem volt jelentős hatással egyik tápláléktípus fogyasztására sem. A december-áprilisi időszakhoz képest a sakálok jelentősen több kisemlőst fogyasztottak a május-júliusi időszakban, valamint gerincteleneket és növényeket a május-novemberi időszakban. A nőtények több növényt fogyasztottak a hímeknél (5,6% vs. 15,4%).

MANCOVA-val nem találtunk szignifikáns különbséget a nagyvadzsiger, illetve -tetem fogyasztásban egyik főhatás esetén sem (felmérési időszak, évszak, ivar), továbbá a felmérési időszak \times évszak interakció sem volt jelentős. Az első felmérési időszakban a sakál nagyobb részesedéssel fogyasztott kifejlett vaddisznót (W: 11,6% vs. 1,3%), míg a második felmérési időszakban több fiatal vaddisznót (0% vs. 11,8%), háziállatot (0,8% vs. 6,2%) és gerinctelent (2,6% vs. 4,1%). Az évszakokat tekintve, a sakálok a december-áprilisi időszakban szignifikánsan nagyobb részarányban fogyasztottak kifejlett vaddisznót, míg az augusztus-novemberi időszakban nagyobb arányban háziállatokat, gerincteleneket és növényeket. A felmérési időszak \times évszak interakció szignifikáns volt bizonyos esetekben. Jelentősen nagyobb részarányban fogyasztottak kifejlett vaddisznót az első felmérési időszakban december-áprilisban, míg nagyobb arányban háziállatokat a második felmérési időszakban, augusztus-

novemberben, és gerincteleneket nem mutattunk ki az első felmérési időszakban december-júliusban.

Az első felmérési időszakhoz képest, a másodikban a standardizált táplálkozási niche-szélesség nem különbözött szignifikánsan sem az RFO adatok (B_A , átlag \pm SE, $0,25 \pm 0,09$ vs. $0,32 \pm 0,05$, $P = 0,256$), sem a W adatok tekintetében ($0,10 \pm 0,08$ vs. $0,26 \pm 0,03$, $P = 0,274$). Az első felmérési időszakhoz képest, a másodikban a gyomrok jelentősen többféle táplálékelemet tartalmaztak (átlag \pm SE, $1,79 \pm 0,15$ és $2,55 \pm 0,15$, $P = 0.002$).

3.4. Mennyire lehet sikeres a madarak fészkelése egy egyetemi parkban?

Az első évi felmérésben (2012) a fűrjtojások napi túlélési rátája (DSR) a talajfészkekben szignifikánsan magasabb volt, mint a bokorfészkekben (DSR, $0,996$ vs. $0,976$, $P = 0,049$). A gyurmatojáson hagyott nyomok kistestű madarakra és emlős ragadozókra utaltak.

A napi túlélési ráta mindkét fészektípus esetén jelentősen alacsonyabb volt a 2014-ben megismételt felmérésben, de a két fészektípus DSR aránya fordított volt az előző felméréshez képest. Az első felméréskor a napi túlélési ráta a talajfészkekben levő fűrjtojásoknál alacsonyabb volt, mint a bokorfészkekben ($0,833$ vs. $0,912$, $P = 0,056$), a kis- és közepes testű emlősök és madarak nagyobb predációs aktivitás miatt.

Az eredményeink azt mutatják, hogy a másodköltési időszakban a fészkaljpredáció magasabb a talajfészkekben, mint a bokorfészkekben, és a parkgondozás mérsékelt hatással van fészkaljak túlélésére. Ugyanakkor, a madarak fészkelése biztonságosabb lehet a campus területén, amennyiben emlős ragadozóktól (pl. kutyától, macskától) mentes, zavartalan élőhelyfoltokat hoznak létre.

Az eltűnt fűrjtojásokat főként közismert fészekrablók, így szajkó (*Garrulus glandarius*) vagy szarka (*Pica pica*). A campus területén éltek házi kedvencként etetett házi macskák (*Felis catus*).

A gyurmatojásokon hagyott nyomok azonosítása alapján jól látható különbség mutatkozott a bokor- és a talajfészkek predátorai között. A talajfészkeket leginkább emlősök predálták, míg majdnem minden bokorfészkek predációjáért a madarak (főként a varjúfélék) voltak felelősek. A gyurmatojáson hagyott fognyomok alapján, a predációért mindkét fészektípus esetében gyakran a kistrágyászók voltak felelősek.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

4.1. Mezőgazdasági területen élő vörös róka táplálékának változása hosszú távon

A róka étrendje szignifikánsan különbözött a két felmérési időszakban, alátámasztva a hipotézisünket. Ez alátámasztja azt, hogy az élőhely változása (pl. a művelési ágak szerkezetének átalakulása) hatással van a ragadozó étrendjére, ami a táplálék összetételének változásán keresztül mérhető. Csökkent a kislemlősök, megemelkedett a növények, a gerinctelenek és a vaddisznó fogyasztása. A róka táplálék-összetételében jelentős évszakos különbségek adódtak. Ezek az észlelt változások a növénytermesztés intenzitásának megváltozására is utalnak. Például az intenzívebb termelés együtt jár a kevesebb hozzáférhető rágcsálóval, ugyanakkor a mindenevő ragadozók könnyebben jutnak hozzá a növényi táplálékhoz, ezzel együtt a táplálékuk is kiegyensúlyozottabbá válik, amit a táplálkozási niche szélesedése jelez. A róka anélkül váltott táplálékot (például nőtt a vaddisznófogyasztás), hogy nagyobb predátor, pl. aranyakál élt volna a területen.

4.2. Az aranyakál és a vele együtt előforduló vörös róka táplálék-összetétele mezőgazdasági területen

A két fajjal párhuzamos végzett vizsgálatok eredményei elméleti és gyakorlati szempontból is érdekesek lehetnek, mert információt nyújtanak a szimpatikus fajok aktuális (időbeli) trofikus kölcsönhatásairól. Ezek a kölcsönhatások kiterjednek a ragadozó-zsákmány és a ragadozók közötti kapcsolatokra is. A két ragadozó táplálék-összetétele hasonló volt, a kislemlősök dominanciájával. A számottevő kislemlősfogyasztás összhangban van a korábban mezőgazdasági területen (Kétújfalú környezetében) végzett vizsgálat eredményével (Lanszki et al. 2006). A sakál nagyobb részarányban

fogyasztott nagyvadat (főként vaddisznót, beleértve vadmalacot) télen és tavasszal, míg növényeket (főként vadon termő gyümölcsöket) nyáron és ősszel. Ez a tapasztalat megerősíti a sakálnak a vaddisznó relative gyakori és ehhez képest a szarvasfélék ritka választását. A vörös róka nagyobb részesedéssel fogyasztott növényeket nyáron és ősszel, míg madarakat tavasszal és nyáron. Vagyis, mindkét kutyaféle kihasználja, de részben eltérésekkel, az időszakosan bőségben rendelkezésre álló táplálékforrásokat. A róka nagyobb arányban fogyasztott madarakat, mint a sakál. Ennek vadgazdálkodási és természetvédelmi jelentősége is van, és ez is a két faj táplálkozásának elkülönülésére utal. Az eredmények az első predikciót csak részben támasztották alá. A kistestű, talajszinten élő, nyílt területekhez kötődő, vagy élőhely generalista és vadon élő állatok voltak mindkét ragadozó számára a legfontosabb táplálékok. Általánosságban, a sakál, a rókához képest nagyobb részarányban fogyasztott erdei és kisebb részarányban lombkoronaszintben élő fajokat. A táplálékból kimutatott préda fajok tulajdonságainak elemzése (figyelembevétele) nemcsak a két kutyaféle közötti, hanem a ragadozó közösséget alkotó további, például menyétfélékkel fennálló táplálkozási interakciók feltárásához (pl. összehasonlító vizsgálatokhoz) is lényegesek. A táplálkozási interakciók a fajok közötti versengésre utalhatnak.

Mindkét kutyaféle táplálkozási niche-e hasonlóan nagyon keskeny volt, továbbá a táplálék-összetételük hasonlósága miatt a táplálkozási niche-ük nagymértékben átfedett. A kapott trofikus niche mintázatokat együttélésük mellett kaptuk. Mindezek, mindkét kutyaféle számottevő ökológiai rugalmasságát jelzik. Mindkét ragadozó faj egyidejűleg több forrást eltérő mértékben hasznosított. A kompetíció a bőséges források mellett mérsékelt lehetett, mert táplálékváltást nem mutattunk ki, ellentétben egy közeli, agrárterületen végzett kutatással (Kétújfalú), amelynek során a kényszerű feltételek (kemény tél) miatt bekövetkezett a táplálékváltást.

A vizsgálat megerősítette a táplálékforrások részleges felosztását és mindkét kutyaféle opportunistá táplálkozását.

4.3. Az aransakál antropogén eredetű táplálékforrás elvonásra adott táplálkozási válasza

A nagyvadzsiger eltávolítás nem eredményezett annak fogyasztásában statisztikailag alátámasztott csökkenést. A sakálok elsődlegesen fontos tápláléka még a táplálékfelvonást követően is nagyvad zsiger és -tetem maradt, és a tetemfogyasztásra nem volt hatással az évszak vagy az ivar. A gyakorisági adatok egyik tápláléktípus fogyasztása esetén sem mutattak különbséget a két felmérési időszak között. A nyers súlyadatok alapján, az első felmérési időszakban a sakálok nagyobb részarányban fogyasztottak kifejlett vaddisznót (predációból vagy dögevésből), míg a második felmérési időszakban megemelkedett a fiatal vaddisznó (predációból vagy dögevésből), a háziállatok (leginkább dögevésből) és a gerinctelenek fogyasztása. A gyomrok a második felmérési időszakban többféle tápláléktípust tartalmaztak, de a táplálkozási niche nem vált szignifikánsan szélesebbé. Mindezek csak részben támasztották alá a második predikciót.

A táplálékfelvonás, ellentétben az első predikciónkkal, nem növelte meg statisztikailag jelentős mértékben az üres gyomrok arányát és nem csökkentette a gyomor súlyát. A táplálék elérhetősége továbbra is kedvező maradt a sakálok számára, az antropogén eredetű táplálékforrás mennyiségének csökkenése ellenére. Csak a felmérési időszak \times ivar interakció esetén találtunk szignifikáns hatást. A zsigereltávolításból eredő negatív hatás valószínűleg jobban érinti a nőstényeket, ezért lehetett kisebb a testtömegük. Továbbá, a nőstények nagyobb arányban fogyasztottak alacsony tápértékű növényeket, mely szintén hatással lehetett a kisebb testtömegükre.

Összességében, a sakál a táplálékforrások csökkenésére adott válasza a vártnál mérsékeltebb volt, az évente, km²-ként 50 kg nagyvadzsiger eltávolítása ellenére. A magas nagyvadsűrűségű területeken a nagyvadfajok különböző okokra visszavezethető tetemei egész évben nagy számban elérhetőek, ezáltal a predátorok populációi a nagy arányú zsigereltávolítás után is fennmaradhatnak.

4.4. Mennyire lehet sikeres a madarak fészkelése egy egyetemi parkban?

Mesterséges madárfészkek-alj-predációs tesztekben arra a kérdésre kerestünk választ egy kampusz parkban, hogyan zsákmányolják a ragadozók a madárfészkeket. Az első vizsgálati évben, a talajfészkek napi túlélési rátája a bokorfészkekhez képest szignifikánsan magasabb volt. Az eltűnt fűrjtojásokat legtöbbször a varjúfélék vihették el. A második felmérésben a bokorfészkekben, a talajfészkekhez képest a fűrjtojások napi túlélési rátája mindössze marginálisan volt szignifikáns. A második felmérési időszakban mindkét fészektípus napi túlélési rátája jelentősen csökkent, ami a predátorok növekvő számával magyarázható. A napi túlélési ráták összességében magasak voltak, ami nem támasztja alá a parkban feltételezett magas madárfészkekvesztését.

A talajfészkeket elsősorban emlősök, a bokorfészkeket leginkább varjúfélék predálták. A gyurmatojásokon hátra hagyott fognyomok alapján, mindkét fészektípust kistrágcásalók predálták gyakran. Egyetlen esetben fordult elő fészkekvesztés a parkkezelés miatt. Vörös rókát nem tudtunk ragadozóként azonosítani.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Dél-Nyugat Magyarországon (Fonó) végzett vizsgálat szerint, az elmúlt 20 év alatt intenzívebbé váló növénytermesztéssel összefüggésben, a vörös róka (*Vulpes vulpes*) táplálékában csökkent a kisemlősök, nőtt a növények, a gerinctelenek és a növekvő létszámú vaddisznó (felnőt és malac) aránya.
2. A vizsgált mezőgazdasági területen (Vajszló, DNy-Magyarország) az aransakál (*Canis aureus*) és a vele szimpatikus előforduló vörös róka táplálék-összetétele nagymértékben hasonló. Mindkét faj táplálékában a kisemlősök domináltak, a róka nagyobb arányban fogyasztott madarakat.
3. Magyarországi tanulmányok elemzése alapján, az aransakál és a szimpatikus vörös róka táplálék-összetételét a terület jellemzői (élőhelytípus és/vagy vadgazdálkodás intenzitása) jobban meghatározták, mint a ragadozó faja.
4. Egy intenzív nagyvadgazdálkodás alatt álló területen (Lábod, Dél-Nyugat Magyarország) Európában először végzett nagyvadzsiger-eltávolítási kísérletben mérsékelt táplálék eltolódást mutattunk ki. Mivel különböző elhullási okok miatt a sakálok egész évben hozzájuthattak zsigerekhez és tetemekhez, ezért a két vizsgálati időszak (zsigerek eltávolítása vagy helyben hagyása) között a gyakorisági adatok alapján egyetlen tápláléktípusok fogyasztásában sem találtunk szignifikáns különbséget. A nyers súlyadatok alapján, a zsigerek otthagya esetén a sakálok nagyobb arányban fogyasztottak kifejlett vaddisznót, míg a zsigerek eltávolításakor nőtt a vadmalac, a háziállatok és a gerinctelenek fogyasztása;

táplálékelemekben változatosabb táplálékra váltottak, de a táplálkozási niche nem szélesedett lényegesen.

5. A vizsgált campus parkban, évtől függően eltérő mértékben, elsősorban a kis- és közepes testű emlősök és a varjufélék kártétele volt hatással a fészekaljítúlésre. Bár a területen megjelennek, de nem tapasztaltunk róka általi/miatti predációt, és a parkgondozásból eredő közvetlen veszteség is elmaradt a várttól.

6. JAVASLATOK

1. Mezőgazdasági területen élő vörös róka táplálékának változása hosszú távon

A mezopredátorok, mint például a vörös róka táplálékának mintázatait és táplálkozási szokásainak hosszú távú változásait tovább kellene elemezni olyan területeken, ahol nagyobb léptékű élőhelyátalakítás várható, párhuzamosan a háborítatlan területekkel, valamint ahol az aranysakál még nem telepedett meg. Ez segíthetne jobban megérteni a mezőgazdasági termelés intenzitásváltozásának a táplálkozási kapcsolatokra gyakorolt hatását, és a nagyobb testméretű, jelenleg terjeszkedő ragadozók ökológiai szerepét. Továbbá az újabb elemzések hozzájárulhatnak a globálisan legelterjedtebb ragadozó, a vörös róka ökológiai szerepének megértéséhez. Ez például az illegális mérgezések csökkenéséhez vezethet.

2. Az aranysakál és a vele együtt előforduló vörös róka táplálék-összetétele mezőgazdasági területen

A mezopredátorok ökológiai szerepének jobb ismerete segíthet a megfelelő állománykezelési megoldás kiválasztásában. További terepi vizsgálatok szükségesek, hogy feltárjuk a közösségi szintű és a területspecifikus táplálkozási interakciókat, különösen az ember által dominált élőhelyeken. A sakál táplálkozásának nagyfokú rugalmassága Európa-szerte segíti az újabb területek foglalását, továbbá a vörös rókának a sakállal, mint nagyobb testű versenytárssal való együttélést. Érdemes lenne a két kutyaféle állományának együttes változásának nyomon követése.

3. Az aranysakál antropogén eredetű táplálékforrás elvonására adott táplálkozási válasza

A sakál ökológiájának jobb megértése érdekében hosszú távon érdemes lenne a populációnagyságot, a szaporodást és az élőhelyhasználatot együtt

vizsgálni a táplálkozási szokásokkal és a táplálék kínálattal. Érdeemes a vizsgálatot kiterjeszteni a nagyobb sakálpopuláció-sűrűséggel rendelkező területekre, a sakálok által évtizedekkel ezelőtt benépesített történelmi (pl. ázsiai) és európai régiókra, valamint az újonnan benépesült, alacsonyabb egyedsűrűségű területekre.

A szabadon hagyott szemét, háziállat- és a nagyvadtetemek hozzájárulnak a hulladékot is fogyasztó ragadozók állományainak fennmaradásához, így a vizsgálatban ismertetett táplálékforrás csökkentések hatása csak mérsékelt lehet.

4. Mennyire lehet sikeres a madarak fészkelése egy egyetemi parkban?

A parkokban alkalmazott különböző kezelési módszerek befolyásolják a madárpopulációk diverzitását, egyedszámát és szerkezetét. A parkokat gondozók, az ökológusok, a zoológusok és a botanikusok közötti együttműködés erősítése elősegítheti a kezelési munkák térbeni és időbeni összehangolását. Ezáltal elérhető, hogy a parkon belül a nagyobb átalakításokat csak költési, utódnevelési időszakon kívül végezzék. Továbbá a díszfák, cserjék cseréje során az autochton fajokat részesítsék előnyben (főként az őszi termést hozókat a téli vendégek számára). Szintén táplálkozási, illetve lakhely szempontjából célszerű a korhadó fák meghagyása.

A parkon belül olyan háborítatlan területek létrehozása kívánatos, ahol parkgondozási munkálatok nem folynak, és ezeket a területeket kutya, macska vagy ember csak nehezen tudja megközelíteni. Célszerű kialakítani egy kisebb tavat, mely szintén növeli a rovarok és a vízhez jobban kötődő madarak diverzitását, egyedszámát. A parkok számos madárfajnak nyújtanak menedéket és kedvező feltételeket a költéshez, de a ragadozók (emlősök és madarak) nagy létszáma esetén ezek az élőhelyek ökológiai csapdaként működhetnek.

7. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL ÍRT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Folyóiratok

Folyóiratokban megjelent lektorált közlemények

Nagyapáti N, Kurys A, Lanszki J, Purger JJ (2019): How Successful Bird Nesting Can be in a Campus Park? *Russian Journal of Ecology* 50(6): 587–589.

Lanszki J, **Nagyapáti N**, Kurys A (2019): Long-term changes in the diet of the red fox in an agricultural area. *Mammal Study* 44(1): 33–40.

Lanszki J, Hayward MW, **Nagyapáti N** (2018): Feeding responses of the golden jackal after reduction of anthropogenic food subsidies. *PloS ONE* 13(12): e0208727.

Lanszki J, A Kurys, L Szabó L, **Nagyapáti N**, Porter LB, Heltai M (2016): Diet composition of the golden jackal and the sympatric red fox in an agricultural area (Hungary). *Folia Zoologica* 65(4): 310–322.

Tudományos előadások

Nagyapáti N, Kurys A, Szabó L, Heltai M, Torbó L, Čirović D, Penezić A, Lanszki J (2014): Study of the feeding habits of the golden jackal in Ormánság In: Zimmermann Z, Szabó G. (Eds.): „II. Sustainable development in the Carpathian Basin” international conference. Book of Abstracts, Szent István Egyetem, Gödöllő, pp. 104-106.

Nagyapáti N (2013): Az aranyakál és a vörös róka táplálkozási szokásainak összehasonlító vizsgálata az Ormánságban. In: Árgyalán T, Illyés Z, Nguyen DQ, Styevkó G, Szöllősi A (Szerk.): XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Agrártudományi Szekció. Pályaművek Összefoglalói. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.