

HAZAI NAGYRAGADOZÓKTÓL VALÓ FÉLELEM LEHETSÉGES HATÁSAI A ZSÁKMÁNYAIK VISELKEDÉSÉRE: SZAKIRODALMI ELEMZÉS

FEHÉR Péter^{1,*}, FRANK Krisztián², KATONA Krisztián³

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet
2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert utca 4., e-mail: feher.peter.arpad@uni-mate.hu

²Tolna Megyei Kormányhivatal Szekszárdi Járási Hivatala

7100 Szekszárd, Dr. Szentgáli Gyula utca 2., e-mail: krisz.frank.biol@gmail.com

³Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet, Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék

2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1., e-mail: Katona.Krisztian@uni-mate.hu

*levelező szerző: feher.peter.arpad@uni-mate.hu

Kulcsszavak: „landscape of fear”, ragadozó-zsákmány kapcsolat, predációs kockázat, félelemérzet, nagytestű ragadozók, szarvasfélék

Összefoglalás: Európában a 20. század végéig, többek között élőhelyük megváltozásának és eltűnésének köszönhetően, a nagytestű emlős ragadozók populációinak csökkenése volt megfigyelhető, de az utóbbi években állományaik újra növekedést mutatnak. A nagyragadozók közvetlen hatással lehetnek zsákmányfajaik populációira, és közvetett módon befolyásolhatják azok viselkedését is. Ezeket a közvetett, a ragadozótól való félelemből adódó, nem letális hatásokat a „landscape of fear” („a félelem tája”) fogalommal jellemzi a szakirodalom. E tanulmányban fő célunk volt, hogy egy szisztematikus forráselemzéssel vizsgáljuk azt, hogy az Európában előforduló három fő nagytestű emlős ragadozó (barna medve *Ursus arctos*, eurázsiai hiúz *Lynx lynx*, szürke farkas *Canis lupus*) esetében kimutatható-e a „landscape of fear” jelensége, illetve amennyiben igen, akkor milyen hatások ismertek pontosan. A szarvasfélék (például gímszarvas, őz) mint zsákmányfajok 67.86%-ban, az egyéb patás fajok (például vaddisznó vagy bölény) pedig 32.14%-ban szerepeltek a kutatásokban. Vizsgálatunk megerősíti, hogy az európai nagyragadozók kimutatható nem letális hatásokat gyakorolnak zsákmányfajajukra. Ezek a hatások az elemzéseink alapján a publikált vizsgálatok 71.43%-ban voltak igazoltak. Az igazolt hatások túlnyomó része az élőhelyhasználat megváltozását jelezte (75%), míg három esetben az éberség megváltozása (15%), két esetben pedig a zsákmányfajok viselkedésének megváltozásával a vegetáció jobb megújulása volt kimutatható (10%). Az észlelt predációs kockázat befolyásolhatja a növényevők élőhelyhasználatát és táplálkozási szokásait is, ezeknek a viselkedésbeli változásoknak pedig kis- és nagyléptékű hatásai is lehetnek a vegetációra és más állatfajokra egyaránt. Tehát, az európai nagyragadozók védelme vagy kezelése akár tájleptékű változásokat is eredményezhet a növény- és állatvilágban.

Bevezetés

A nagytestű emlős ragadozók fontos szerepet játszanak az ökoszisztémák szabályozásában, állományaik megfelelő kezelése és fenntartása azonban jelentős kihívás, számos konfliktus övezi (Chapron et al. 2014). Ezekre a fajokra az elmúlt két évszázadban jellemző volt előfordulási területük és létszámuk beszűkülése, csökkenése (Ceballos és Ehrlich 2002, Laliberte és Ripple 2004). Napjainkban viszont a szürke farkas (*Canis lupus*), vagy a barna medve (*Ursus arctos*) állományai növekvő tendenciát mutatnak Európában és Észak-Amerikában is (Chapron et al. 2014, Ripple et al. 2014).

A ragadozók zsákmányolásukkal közvetlen hatással vannak a növényevőkre. Ezenkívül közvetett, nem letális hatással is lehetnek zsákmányfajajukra, például a növényevők táplálkozási szokásainak, éberségének vagy élőhelyhasználatának megváltoztatásával (Ripple és Beschta 2004, Creel et al. 2007, Manning et al. 2009, Valeix et al. 2009). A predációs veszély mértékének függvényében változnak a magasabb és alacsonyabb kockázattal rendelkező élőhelyfoltok, ez a zsákmányfajok számára a magas ragadozó-kockázatot jelentő foltok ritkább használatához vezet. A ragadozók hatékonysága függ az élőhelyi tulajdonságoktól, illetve a ragadozó vadászati módjától is, mely tényezők jelentősen befolyásolhatják a zsákmányszerzés

térben változó hatását (Sih et al. 1998, Caro 2005, Scharf és Ovadia 2006, Kauffman et al. 2007, Schmitz 2008). Laundré et al. (2001) szerint a zsákmányfajok ezen a „félelmi térképen” kell, hogy mozogjanak, éljék az életüket, ami az ún. „landscape of fear” (magyarul „félelem tája”, ami nálunk még meg nem honosodott kifejezés). Az elmúlt két évtizedben ez a hatás fontos fogalommá vált az ökológiában; leírhatók vele a zsákmányszerzés kockázatának térbeli variációi, amelyet a prédafajok észlelnek, és amihez viselkedésüket igazítják otthonterületükön (Laundré et al. 2010, Gaynor et al. 2019).

A növényevőknek kompromisszumos viselkedési megoldásokat kell találniuk a források megszerzése és a túlélés esélyének egyidejű optimalizálása érdekében (Sih 1980, Lima és Dill 1990). A prédafajok különböző ragadozóelkerülő magatartásokat mutatnak, például táplálkozásuk közben is éberek, figyelik a ragadozókat (Brown et al. 1999, Brown és Kotler 2004, Caro 2005), megváltoztatják táplálkozási aktivitásukat (Eccard et al. 2008), aktivitási mintázatukat annak érdekében, hogy csökkentsék a predációs kockázatot (Brown et al. 1999, Apfelbach et al. 2005, Valeix et al. 2009, Eccard et al. 2017).

A „landscape of fear” fogalma központi elemmé vált a ragadozók zsákmányra gyakorolt közvetett hatásainak vizsgálatában (Laundré et al. 2010, Gaynor et al. 2019). Euráziában az erdei ökoszisztémák a nagytestű növényevők jelenlétében alakultak a legutóbbi eljegesedés óta (Bradshaw et al. 2003). A patás fajok egyedszáma a 20. század eleje óta folyamatosan növekszik (Putman et al. 2011). A nagytestű emlős ragadozófajok visszatelepülése Európában felerősíti a patás zsákmányfajok ragadozóelkerülő viselkedését, ami jelentős következményekkel jár az ökoszisztéma működésére nézve (Estes et al. 2011). A ragadozófajok által jelentett predációs kockázat zsákmányfajokra gyakorolt hatása fontos szerepet játszhat például az erdőfelújulásban, mivel a ragadozók jelenlétében a patás növényevő fajok megváltoztatják élőhelyhasználatukat és táplálkozási szokásaikat (Ripple és Beschta 2003, 2006).

Európában a 20. század végéig, többek között élőhelyük megváltozásának és eltűnésének köszönhetően, a nagytestű emlős ragadozók populációinak csökkenése volt megfigyelhető, de az utóbbi években újra növekedést mutatnak (Chapron et al. 2014). Napjainkban már Magyarországon is igazolható a szürke farkas és a barna medve fokozott jelenléte, mellettük rendszeresek a hiúz (*Lynx lynx*) kameracsapdás megfigyelései is. A nagytestű ragadozók rendszeres előfordulása pedig fontos természetvédelmi, illetve vad- és erdőgazdálkodási kérdéseket vethet fel. Mivel ezeknek a fajoknak a visszatelepülése Európa-szerte megfigyelhető, ezért feltételeztük, hogy megfelelő számú publikáció foglalkozik annak vizsgálatával, hogy az említett fajok milyen hatást gyakorolnak az élővilágra, kiemelten a ragadozók zsákmányfajaira. Ezeket a publikációkat feldolgozva szeretnénk rávilágítani arra, hogy a hazánkba is visszatelepülő nagytestű ragadozók milyen feltételeket teremthetnek a zsákmányaikul szolgáló csülkös vadfajok számára.

Fő célunk az volt, hogy a rendelkezésre álló eddigi kutatási eredmények alapján megvizsgáljuk, hogy az Európában – és Magyarországon – is előforduló nagytestű emlős ragadozók (szürke farkas, barna medve, eurázsiai hiúz) esetén a “landscape of fear” hatása kimutatható-e? Szisztematikus irodalmi forráselemzéssel azt vizsgáltuk, hogy:

- 1) a “landscape of fear”-t eddig milyen rendszertani csoportokra vonatkozóan, írták le;
- 2) a három hazai nagyragadozó (szürke farkas, barna medve, eurázsiai hiúz) esetén milyen kapcsolódó hatásokat vizsgáltak a zsákmányfajokon;
- 3) a három nagyragadozó jelenléte esetén milyen közvetett hatások voltak kimutathatók a zsákmányfajokon.

Anyag és módszer

Első lépésben a Scopus szakirodalmi adatbázisában végeztünk keresést, és megvizsgáltuk, hogy a különböző rendszertani csoportokat milyen arányban kutatják a „landscape of fear” tekintetében. Ehhez a „landscape of fear” kifejezéssel csak a publikációk címében végeztünk keresést, csak az *Agricultural and Biological Sciences*, illetve *Environmental Sciences* témakörökben 2020. júniusával bezárólag.

A fő kérdéskörünkkel kapcsolatos forráskeresést szintén a Scopus adatbázisában végeztük, szintén az *Agricultural and Biological Sciences*, illetve *Environmental Sciences* témakörökben, a következő keresőszavak kombinációjával: “landscape of fear” AND “*Canis lupus*” OR “wolf” OR “*Lynx lynx*” OR “lynx” OR “*Ursus arctos*” OR “brown bear”. A keresést itt már a címben, az összefoglalóban, illetve a kulcsszavakban végeztük el 2020. júniusáig megjelent publikációkban. Az így kapott találatokra a következő háromlépcsős szűrési folyamatot alkalmaztuk: 1.) az elemzett publikációkban legalább egy – Európában is előforduló – emlős nagyragadozó fajnak szerepelnie kellett. Azokat a találatokat, melyek nem az európai emlős ragadozó fajokkal foglalkoztak (például fekete medve, vörös hiúz) nem vontuk be a vizsgálatba. 2.) A publikációk közül azokat választottuk ki, melyek a három említett emlős nagyragadozó faj jelenlétét és azok zsákmányfajaira gyakorolt hatásait vizsgálja. Így nem kerültek bele az elemzésbe azok a publikációk, melyek a zsákmányfajokra gyakorolt hatásokat egyáltalán nem, vagy nem ebben az összefüggésben vizsgálták (például két ragadozó faj közötti kapcsolat vizsgálata a „landscape of fear” tekintetében). 3.) Csak a zsákmányfajként a patásokat (Ungulata) vizsgáló publikációk kerültek be az elemzésünkbe. A patások csoportját két részre bontottuk, szarvasfélékre (például gímszarvas, őz, rénszarvas) és egyéb patás fajokra (például bölény, vaddisznó). Az ezeknek a követelményeknek megfelelő publikációk között voltak olyanok, melyek nem csak egy ragadozó fajt, vagy prédafajt, illetve hatást vizsgáltak, így a mintaelemszám egyes elemzéseknél nagyobb lehetett a szűrés után megmaradó publikációk számánál.

Az elemzett publikációkból a következő információkat rögzítettük: vizsgálati régió (Európa, Amerika), élőhely típusa (erdős, nyílt vagy vegyes), zsákmányfajok (szarvasfélék, egyéb patások), ragadozó fajok (szürke farkas, barna medve, eurázsiai hiúz), vizsgált ragadozóhatás (milyen változóval jellemezték a „landscape of fear” jelenlétét), a vizsgált hatás igazolása (igazolt, nem igazolt). Igazoltnak tekintettük azokat a vizsgált hatásokat, amelyek esetében a ragadozók vagy azok nyomainak jelenlétében változás volt kimutatható (például a zsákmányfaj élőhelyhasználatának megváltozása a ragadozó jelenlétében), nem igazoltnak pedig azokat a vizsgált hatásokat, ahol nem okozott kimutatható eltérést a ragadozó jelenléte (például azokon a területeken sem változott meg a zsákmányfajok élőhelyhasználata, ahol a ragadozó vagy annak nyomainak jelen voltak). Ezeket az adatokat összegeztük az egyes változók alapján, a leíró statisztikai eredményeket pedig százalékos formában adtuk meg.

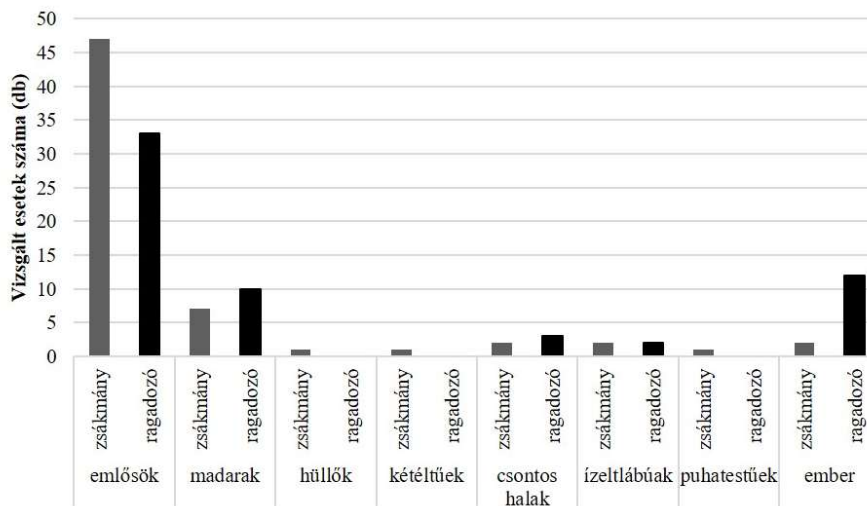
Megjegyezzük, hogy elemzésünk elsődleges célja az volt, hogy kvalitatív információkat gyűjtsünk arról, hogy a hazánkban megjelenő nagyragadozók a félelemérzeten keresztül gyakorolhatnak-e közvetett hatást a csülkösvad fajokra, és ha igen, milyen módokon.

Eredmények

Az *Agricultural and Biological Sciences*, illetve *Environmental Sciences* témakörökben, a Scopus adatbázisában csak a címben keresve a „landscape of fear” kifejezésre 72 publikációt találtunk. Ezek a publikációk 1997 és 2020 között jelentek meg növekvő trendet mutatva, a legtöbb 2017-ben (15 darab).

A 72 publikációból 62 (86,11%) esetében volt megnevezve legalább egy vizsgált préda vagy predátor faj. Ezeknél a publikációknál voltak olyan esetek is, ahol egynél több zsákmány vagy

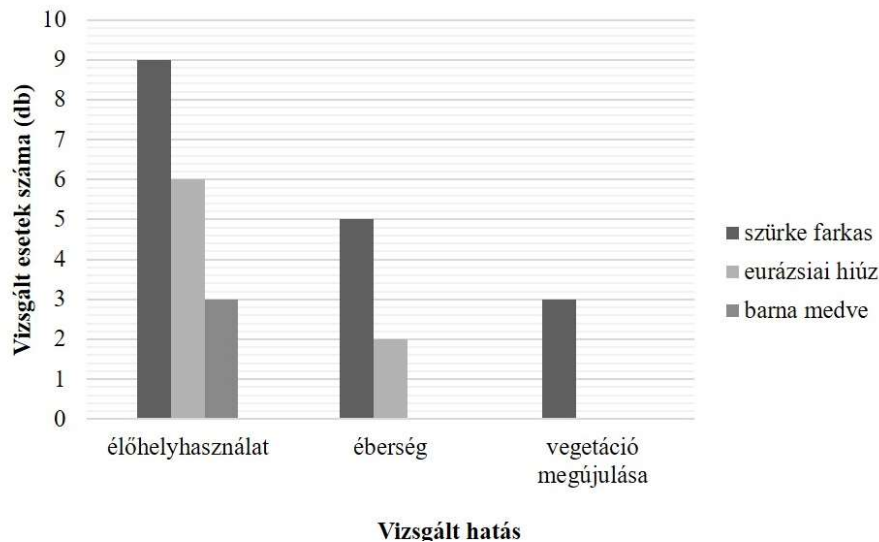
ragadozó fajt neveztek meg. Ezek közül az emlősök osztálya volt a leggyakrabban vizsgált zsákmány taxon (74,61%). Ezt követte a madarak osztálya (11,11%), a csontos halak főosztálya (3,17%) és az ízeltlábúak törzse (3,17%). A hüllők és kétéltűek osztálya, illetve a puhatestűek törzse 1,59-1,59%-ban szerepeltek zsákmányként. Két vizsgálatban (3,17%) az ember is szerepelt, az egyik esetben például különböző mikroba vizsgálatával kapcsolatban. Ragadozóként a legtöbbet szintén az emlősök osztályát kutatták (55%), ezt követte az ember, mint predátor (20%). A madarak osztálya 16,67%-ban, a csontos halak főosztálya 5%-ban, az ízeltlábúak törzse 3,33%-ban képezte ragadozóként a vizsgálatok tárgyát (1. ábra).



1. ábra A „landscape of fear” kifejezést tartalmazó publikációk száma a Scopus adatbázisa alapján, a különböző rendszertani csoportok szerint ábrázolva.

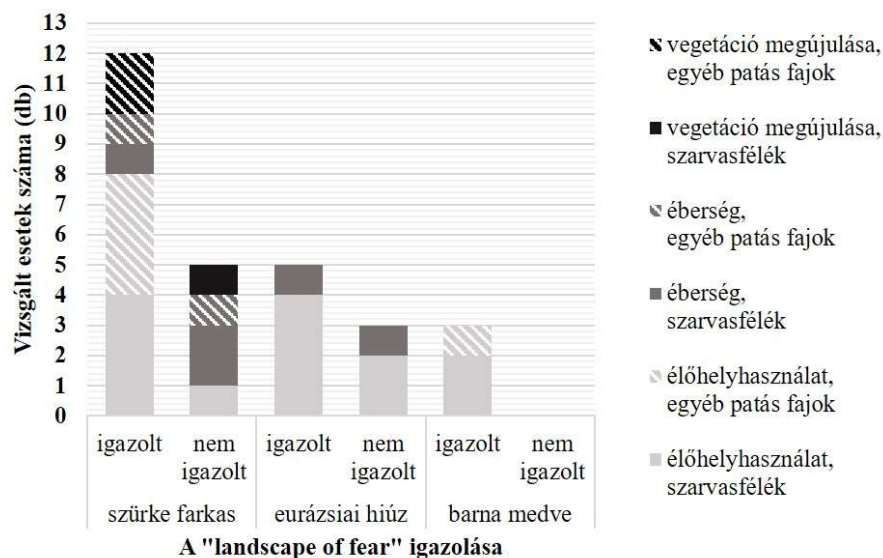
Figure 1. The number of publications containing the expression “landscape of fear” in the title in the Scopus database according to prey and predator taxa.

Célzottan a három nagytestű emlős ragadozóira irányuló kulcsszavas keresés eredménye alapján 45 releváns publikációt találtunk. Ezek közül a bemutatott kritériumaink szerint 21 publikációt szűrtünk le, melyekben 28 esetben írtak le valamilyen ragadozó-zsákmány kapcsolatot (lásd melléklet). Ezek a 2001 és 2020 között megjelent forrásmunkák képezték az elemzéseink alapját. A feldolgozott publikációk közül 13 (61,9%) hozott az európai kontinensről, 8 (38,1%) pedig Amerikából példákat. A vizsgálati területek túlnyomó többsége vegyes élőhely volt (14 vizsgálatban, 66,67%), két vizsgálat erdős területen történt (9,52%), öt publikáció esetében pedig az élőhely nem került megnevezésre (23,81%). A szürke farkast, mint ragadozót 17 esetben (60,71%), az eurázsiai hiúzt 8 esetben (28,57%), a barna medvét pedig 3 esetben (10,71%) vizsgálták. A szarvasfélét, mint zsákmányfajokat 19 esetben (67,86%), az egyéb patás fajokat pedig 9 esetben (32,14%) tanulmányozták. Az elemzett hatások az élőhelyhasználat megváltozása (18 esetben, 64,29%), az éberség megváltozása (7 esetben, 25%) és a növényzet megújulása (3 esetben, 10,71%) voltak (2. ábra).



2. ábra A három emlős nagyragadozó zsákmányfajaira gyakorolt vizsgált hatásai.
 Figure 2. Studied effects of three large carnivores on prey species in the publications reviewed.

Ezek a megvizsgált hatások az elemzések alapján 20 esetben (71,43%) igazoltak voltak, 8 esetben (28,57%) pedig nem voltak igazolhatók. Az igazolt hatások többsége az élőhelyhasználat megváltozását mutatta (15 esetben, 75%), három esetben az éberség megváltozását (15%); két esetben pedig a zsákmányfajok viselkedésének megváltozásával a vegetáció jobb megújulása volt kimutatható (10%). A szürke farkas esetében 12 esetben volt igazolható a zsákmányfajok élőhelyhasználatának és éberségének megváltozása, illetve ezen hatások következményeként a vegetáció jobb megújulása. Öt esetben nem voltak igazoltak ezek a hatások a zsákmányfajokra nézve a farkas jelenlétében. Az eurázsiai hiúznál 5 esetben volt igazolható a zsákmányfajok élőhelyhasználatának és éberségének megváltozása. A hiúz jelenlétében három esetben nem voltak igazoltak ezek a hatások a zsákmányfajokra nézve. A barna medve mindhárom vizsgálat alapján valamilyen igazolt hatást gyakorolt a zsákmányfajokra (3. ábra).



3. ábra. A „landscape of fear” vizsgálatokkal igazolt és nem igazolt hatásainak esetszáma, a ragadozófajok és a zsákmánycsoportok szerint.

Figure 3. The number of proven and unproven cases of “landscape of fear” effects in different predator and prey groups.

Megvitatás

Bár az elemzett publikációk számát korlátozta a „landscape of fear” jelenségével foglalkozó viszonylag rövid publikációs periódus, tanulmányunk megerősíti, hogy a nagytestű ragadozók kimutatható nem letális hatásokat is gyakorolnak zsákmányaikra. A ragadozók jelenléte nem csak növelheti az éberséget, de megváltoztathatja a zsákmányfajok élőhelyhasználati szokásait is. Általánosságban elmondható, hogy a ragadozók jelenléte növeli a zsákmány éberségi szintjét, azonban ezekben az eredményekben különbségek mutatkoznak a különböző zsákmányfajok, illetve fajon belül az ivarok és korcsoportok között is. A hím egyedek kevésbé voltak érzékenyek a ragadozók jelenlétére, mint például a borjas nőstények, mind a jávorszarvasok, mind a bölények esetében (Laundré et al. 2001). Ugyanez a különbség volt megfigyelhető a gímszarvas bikák esetében is (Proudman et al. 2020, Bubnicki et al. 2019). A borjakkal rendelkező nőstény egyedek a legérzékenyebbek a predációs kockázatra, nem véletlen, hogy ez a csoport reagál rá a leggyorsabban. Laundré et al. (2001) szerint a borjakkal rendelkező nőstény egyedek a borjak sérülékenysége miatt mutatnak erős reakciót a predációs kockázatra és az utódokat védve fokozzák éberségüket.

A zsákmányfajok viselkedése nagymértékben változhat a predációs kockázat hatására. Az élőhelyhasználat tekintetében azonban más tényezők is befolyásolhatják ezt, mint például a táplálék mennyisége (Avgar et al. 2015, Dupke et al. 2017). A “landscape of fear” különféle ragadozó-zsákmány rendszerekben mutatható ki, mint például a szürke farkas és vapiti (*Cervus canadensis*) (Creel és Winnie 2005, Fortin et al. 2005, Hernández és Laundré 2005), vagy puma (*Puma concolor*) és öszvérszarvas (*Odocoileus hemionus*) között Észak-Amerikában (Laundré és Hernández 2003), puma és tevefélék (Camelidae) között Dél-Amerikában (Donadio és Buskirk 2016), valamint különböző afrikai ragadozó-zsákmány rendszerekben is (Riginos és Grace 2008, Valeix et al. 2009, Anderson et al. 2010).

Az egyik legfontosabb eltérés a különböző ragadozó-zsákmány kapcsolatok között a ragadozók vadászati módja (Schmidt és Kuijper 2015, Luttberg et al. 2019). A lesből támadó ragadozók várhatóan nagyobb közvetett (nem letális) hatást váltanak ki a zsákmányfajokból, mint azok, amelyek hosszas üldözés után ejtik el zsákmányukat (Schmidt és Kuijper 2015). Bizonyos macskafélék jelenléte vagy nyomai, mint például az eurázsiai hiúz (Lone et al. 2014, Eccard et al. 2017, Kuijper et al. 2015, Norum et al. 2015) vagy Észak-Amerikában a vörös hiúz (*Lynx rufus*) (Seamans et al. 2016) nagymértékben befolyásolja a zsákmányaik élőhelyhasználatát és éberségi szintjét. Ugyanakkor mind Észak-Amerikában (Laundré et al. 2001, Hernández és Laundré 2005, Avgar et al. 2015), mind Európában (Kuijper et al. 2015) kimutatták, hogy a szürke farkas befolyásolja zsákmányai élőhelyhasználatát, illetve tájszintű területhasználati mintáit is (Bubnicki et al. 2019); ill. a mi elemzéseink is ezt támasztják alá.

A ragadozók jelenléte és az általuk hátrahagyott nyomok általában változó mértékben csökkentik zsákmányfajaiknál a terület látogatásának gyakoriságát (Kuijper et al. 2015, Sahlén et al. 2016, Wikenros et al. 2015). Például a barna medve szőrmintáival ellátott táplálkozóhelyeket a patás fajok ritkábban látogatták, mint a kontrollként használt, szőrmintát nem tartalmazó táplálkozóhelyeket (Sahlén et al. 2016). Hasonlóképp, a ragadozó nyomok jelenléte várhatóan megváltoztatja a zsákmányfajok élőhelyhasználatát, mivel ezek a fajok aktivitásukat közelebb helyezik a biztonságos területekhez és a búvóhelyekhez (Hernández és Laundré 2005, Grignolio et al. 2019), vagy otthonterületüket elmozdítják az alacsonyabb ragadozó sűrűségű területek felé (Bubnicki et al. 2019). Kameracsapdás vizsgálatok kimutatták, hogy a dámszarvasok (*Dama dama*) elkerülték a medve szaganyagokkal jelölt területeket, és inkább a nyílt élőhelyeket részesítették előnyben (Sahlén et al. 2016). Ezenkívül a növényevők megváltoztatják táplálkozási szokásaikat is, mind a táplálkozás helye, mind az éberség időtartama és gyakorisága szempontjából is, ezek a tényezők pedig mind befolyásolják a táplálkozás időtartamát is (Laundré et al. 2001, Hernández és Laundré 2005).

A „landscape of fear” jelenségét sok esetben rádió-telemetriás vizsgálatokkal is bizonyították. A jávorszarvasok (*Alces alces*) magterülete vemhességi idő alatt közelebb került az utakhoz, mivel a medvék nem preferálták az utak közelségét és elkerülték azokat a területeket (Berger et al. 2007). Szintén ezzel a módszerrel vizsgált rénszarvasok (*Rangifer tarandus caribou*) előnyben részesítették a táplálékban gazdag területeket, viszont elkerülték a magas farkas-sűrűségűeket (Avgar et al. 2015). A hosszútávú élőhelyválasztás és élőhelyhasználat tanulmányozására GPS nyomkövetővel jelöltek meg bölényeket (*Bison bison bison*) és szürke farkasokat. A bölények a jó táplálékellátottságú területeket részesítették előnyben, de viselkedésükben számos ragadozóellenes mintázat is megfigyelhető volt (Simon et al. 2019).

Ragadozók jelenlétére a zsákmányfajok élőhelyhasználatuk megváltoztatásán kívül éberségük megváltoztatásával is reagálnak. A táplálkozási helyeken elhelyezett hiúz szaganyagok mind vizuális, mind hőkamerás felvételek alapján fokozták az őzek (*Capreolus capreolus*) éberségét (Eccard et al. 2017). Hasonlóképpen, a vörös hiúz és a feketemedve (*Ursus americanus*) szőre fokozta a táplálkozási helyeken a fehér farkú szarvasok (*Odocoileus virginianus*) éberségét, míg a prérifarkas (*Canis latrans*) szaganyagával ellátott táplálkozóhelyeket teljesen elkerülték a szarvasok (Seamans et al. 2016). Kameracsapdás felméréseken alapuló vizsgálatok azt mutatták, hogy a gímszarvasok (*Cervus elaphus*) éberségi szintje (a fej tartásán és a táplálkozási aktivitáson alapulva) magasabb volt a szürke farkas magterületén belül, mint azon kívül (Kuijper et al. 2015).

A ragadozók a legelés intenzitására is hatással lehetnek, ezáltal befolyásolhatják a növényzet megújulását, megerősödését. Kuijper et al. (2013) például megállapították, hogy a patás fajok rágási intenzitása a facsemetéken alacsonyabb volt a szürke farkas előfordulási területén belül, mint azon kívül. A holtfa jelenléte szintén csökkentette a vadrágás intenzitását, feltételezve azt, hogy a holtfa akadályozhatja a patás fajok menekülését (Kuijper et al. 2013).

A „landscape of fear” vizsgálata különösen fontos ahhoz, hogy megértsük a nagytestű ragadozók visszatelepülésének ökológiai következményeit. A nagyragadozók jelenléte, a zsákmányfajokra, különösen a szarvasfélékre gyakorolt hatásai, vadgazdálkodási és természetvédelmi következményekkel járnak. Ragadozók jelenléte nélkül a növényevők kevésbé kényszerülnek arra, hogy alapvető életfunkcióikat – mint például a táplálkozás – korlátozzák, ezzel ellensúlyozva a ragadozóktól való félelmüket (Hernández és Laundré 2005, Manning et al. 2009). A nagyragadozók zsákmányaikra gyakorolt hatásai viszont kaszkádszerűen továbbterjedhetnek a növényevő zsákmányfajokon át az ökoszisztéma más tagjaira is. Ennek oka, hogy a zsákmányfajok az érzékelt kockázatnak megfelelően környezetük különböző részeit fogják használni (Brown et al. 1999, Laundré et al. 2001, Eccard et al. 2017). Ennek a vegetációra nézve jelentős helyi vagy tájleptékű hatásai lehetnek (Bradshaw et al. 2003, Ripple és Beschta 2004). Általában csökkenni fog a zsákmányfajok táplálkozási gyakorisága például azokon a területeken, ahol természetes akadályokba ütköznek, mely nehezíti a ragadozó előli menekülést; ugyanakkor azokon a területeken, ahol a zsákmányfajok nagyobb biztonságban érzik magukat, ott a táplálkozási gyakoriság növekedhet. Ezek a tényezők kihatnak a vegetáció összetételére, szerkezetére és megújulására is (Bubnicki et al. 2019). Egy másik következménye a nagyragadozók visszatelepülésének, hogy hatásukra a zsákmányfajok közelebb húzódnak az urbanizált területekhez, annak érdekében, hogy csökkentsék a predációs kockázatot (Hebblewhite et al. 2005, Beschta és Ripple 2007, Bubnicki et al. 2019), ami viszont városi vadgazdálkodási problémákat vet fel.

Jelen irodalmi áttekintés és elemzés alapján elmondható, hogy a “landscape of fear” jelensége nem csak elméletben, hanem a természetben is ténylegesen megjelenő, kimutatható hatás. Mind az észak-amerikai, mind az európai nagytestű ragadozó emlősök által létrejöhet azokon a területeken, ahol ezeknek a fajoknak a jelenléte viszonylag gyakorivá válik. A kérdéseinkben megcélzott három fajon kívül, egyéb más közepes testű ragadozók (például

prérifarkas vagy vörös hiúz) (Seamans et al. 2016) és az emberi hatások (pl. vadászat) (például Lone et al. 2014) is formálják a zsákmányfajok viselkedését és élőhelyhasználatát. Az ember által gyakran használt területeken az emberi zavarás a patás fajok (pl. vapíti) viselkedését nagyobb mértékben befolyásolhatja, mint annak természetes ellenségei. Ezen fajok viselkedésének megváltozása nem csak a zavarás mennyiségétől, hanem annak típusától (pl. túrázás, vadászat) is függ (Ciuti et al. 2012a). A zsákmányfajokon belül, az egyedek különböző ragadozó-elkerülési stratégiákat követhetnek, melyek eltérő hatékonysága (pl. a vadászattal szemben) evolúciós változásokat is előidézhethet (Ciuti et al. 2012b). Azokon a területeken, ahol mind a visszatelepülő ragadozó fajok, mind a patás zsákmányfajok jelenléte és a „landscape of fear” létezése is igazolt, a ragadozók állományváltozásának nyomonkövetése is fontos részét kell, hogy képezze az integrált vadgazdálkodási tervek kialakításának. Európában, az ember által uralt tájakon az ember nagymértékben módosíthatja a ragadozók funkcionális szerepét (Kuijper et al. 2016), ezért fontos a ragadozók visszatelepülésével járó hatások vizsgálata Európában és Magyarországon is.

Amennyiben a „landscape of fear” jelenség kialakulásának közelítő gyakorisága vagy a különböző mechanizmusok pontos aránya alapvető szemponttá válik, akkor az ilyen kvantitatív elemzést a későbbiek során célszerű egyéb keresőszavakkal bővíteni, további lehetséges kapcsolódó publikációk bevonására, a fellelhető szakirodalom szélesebb reprezentálására.

Köszönetnyilvánítás

A Scopus adatbázis használatáért köszönettel tartozunk a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetemnek, illetve az egyetem Állatbiotechnológiai és Állattudományi Doktori Iskolájának. Köszönetet szeretnénk mondani a kézirat két bírálójának is, akik észrevételeikkel és javaslataikkal hozzájárultak a kézirat javításához.

Irodalom

- Anderson, T.M., Hopcraft, J.G.C., Eby, S., Ritchie, M., Grace, J.B., Olf, H. 2010: Landscape-scale analyses suggest both nutrient and antipredator advantages to Serengeti herbivore hotspots. *Ecology* 91(5): 1519–1529.
- Apfelbach, R., Blanchard, C.D., Blanchard, R.J., Hayes, R.A., McGregor, I.S. 2005: The effects of predator odors in mammalian prey species: a review of field and laboratory studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 29: 1123–1144.
- Avgar, T., Baker, J.A., Brown, G.S., Hagens, J., Kittle, A.M., Mallon, E.E., McGreer, M., Mosser, A., Newmaster, S.G., Patterson, B.R., Reid, D.E.B., Rodgers, A.R., Shuter, J., Street, G.M., Thompson, I., Turetsky, M., Wiebe, P.A., Fryxell, J.M. 2015: Space-use behaviour of woodland caribou based on a cognitive movement model. *Journal of Animal Ecology* 84: 1059–1070.
- Berger, J. 2007: Fear, human shields and the redistribution of prey and predators in protected areas. *Biology Letters* 3(6): 620–623.
- Beschta, R.L., Ripple, W.J. 2007: Wolves, elk, and aspen in the winter range of Jasper National Park, Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 37(10): 1873–1885.
- Bonnot, N., Couriot, O., Berger, A., Cagnacci, F., Ciuti, S., De Groot, J.E., Gehr, B., Heurich, M., Kjellander, P., Kröschel, M., Morellet, N., Sönnichsen, L., Hewison, A.J.M. 2020: Fear of the dark? Contrasting impacts of humans vs lynx on diel activity of roe deer across Europe. *Journal of Animal Ecology* 89: 132–145.
- Bradshaw, R.H., Hannon, G.E., Lister, A.M. 2003: A long-term perspective on ungulate–vegetation interactions. *Forest Ecology and Management* 181: 267–280.
- Brown, J.S., Laundré, J.W., Gurung, M. 1999: The ecology of fear: optimal foraging, game theory, and trophic interactions. *Journal of Mammalogy* 80: 385–399.
- Brown, J.S., Kotler, B.P. 2004: Hazardous duty pay and the foraging cost of predation. *Ecology Letters* 7: 999–1014.
- Bubnicki, J.W., Churski, M., Schmidt, K., Diserens, T.A., Kuijper, D.P. 2019: Linking spatial patterns of terrestrial herbivore community structure to trophic interactions. *Elife* 8: e44937.
- Caro, T. 2005: *Antipredator defenses in birds and mammals*. Chicago: University of Chicago Press p. 592.

- Ceballos, G., Ehrlich, P.R. 2002: Mammal population losses and the extinction crisis. *Science* 296: 904–907.
- Chapron, G., Kaczensky, P., Linnell, J.D.C., von Arx, M., Huber, D., Andrén, H., López-Bao, J.V., Adamec, M., Álvares, F., Anders, O., Balčiauskas, L., Balys, V., Bedó, P., Bego, F., Blanco, J.C., Breitenmoser, U., Brøseth, H., Bufka, L., Bunikyte, R., Ciucci, P., Dutosov, A., Engleder, T., Fuxjäger, C., Groff, C., Holmala, K., Hoxha, B., Iliopoulos, Y., Ionescu, O., Jeremić, J., Jerina, K., Kluth, G., Knauer, F., Kojola, I., Kos, I., Krofel, M., Kubala, J., Kunovac, S., Kusak, J., Kutal, M., Liberg, O., Majić, A., Männil, P., Manz, R., Marboutin, E., Marucco, F., Melovski, D., Mersini, K., Mertzanis, Y., Mysłajek, R.W., Nowak, S., Odden, J., Ozolins, J., Palomero, G., Paunović, M., Persson, J., Potočnik, H., Quenette, P.Y., Rauer, G., Reinhardt, I., Rigg, R., Ryser, A., Salvatori, V., Skrbinšek, T., Stojanov, A., Swenson, J.E., Szemethy, L., Trajçe, A., Tsingarska-Sedefcheva, E., Váňa, M., Veeroja, R., Wabakken, P., Wölfl, M., Wölfl, S., Zimmermann, F., Zlatanova, D., Boitani, L. 2014: Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science* 346: 1517–1519.
- Ciuti, S., Northrup, J.M., Muhly, T.B., Simi, S., Musiani, M., Pitt, J.A., Boyce, M.S. 2012a: Effects of humans on behaviour of wildlife exceed those of natural predators in a landscape of fear. *PloS one* 7(11): e50611.
- Ciuti, S., Muhly, T.B., Paton, D.G., McDevitt, A.D., Musiani, M., Boyce, M. S. 2012b: Human selection of elk behavioural traits in a landscape of fear. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279(1746): 4407–4416.
- Creel, S., Winnie, Jr.J.A. 2005: Responses of elk herd size to fine-scale spatial and temporal variation in the risk of predation by wolves. *Animal Behaviour* 69(5): 1181–1189.
- Creel, S., Christianson, D., Liley, S., Winnie, J.A. 2007: Predation risk affects reproductive physiology and demography of elk. *Science* 315: 960–960.
- Donadio, E., Buskirk, S.W. 2016: Linking predation risk, ungulate antipredator responses, and patterns of vegetation in the high Andes. *Journal of Mammalogy* 97(3): 966–977.
- Dupke, C., Bonenfant, C., Reineking, B., Hable, R., Zeppenfeld, T., Ewald, M., Heurich, M. 2017: Habitat selection by a large herbivore at multiple spatial and temporal scales is primarily governed by food resources. *Ecography* 40(8): 1014–1027.
- Eccard, J.A., Pusenius, J., Sundell, J., Halle, S., Ylönen, H. 2008: Foraging patterns of voles at heterogeneous avian and uniform mustelid predation risk. *Oecologia* 157: 725–734.
- Eccard, J.A., Meißner, J.K., Heurich, M. 2017: European roe deer increase vigilance when faced with immediate predation risk by Eurasian lynx. *Ethology* 123: 30–40.
- Estes, J.A., Terborgh, J., Brashares, J.S., Power, M.E., Berger, J., Bond, W.J., Carpenter, S.R., Essington, T.E., Holt, R.D., Jackson, J.B.C., Marquis, R.J., Oksanen, L., Oksanen, T., Paine, R.T., Pickett, E.K., Ripple, W.J., Sandin, S.A., Scheffer, M., Schoener, T.W., Shurin, J.B., Sinclair, A.R.E., Soulé, M.E., Virtanen, R., Wardle, D.A. 2011: Trophic downgrading of planet Earth. *Science* 333: 301–306.
- Fortin, D., Beyer, H.L., Boyce, M.S., Smith, D.W., Duchesne, T., Mao, J.S. 2005: Wolves influence elk movements: behavior shapes a trophic cascade in Yellowstone National Park. *Ecology* 86(5): 1320–1330.
- Gaynor, K.M., Brown, J.S., Middleton, A.D., Power, M.E., Brashares, J.S. 2019: Landscapes of fear: Spatial patterns of risk perception and response. *Trends in Ecology and Evolution* 34: 355–368.
- Grignolio, S., Brivio, F., Sica, N., Apollonio, M. 2019: Sexual differences in the behavioural response to a variation in predation risk. *Ethology* 125(9): 603–612.
- Hebblewhite, M., White, C.A., Nietvelt, C.G., McKenzie, J.A., Hurd, T.E., Fryxell, J.M., Bayley, S.E., Paquet, P.C. 2005: Human activity mediates a trophic cascade caused by wolves. *Ecology* 86(8): 2135–2144.
- Hernández, L., Laundré, J.W. 2005: Foraging in the 'landscape of fear' and its implications for habitat use and diet quality of elk *Cervus elaphus* and bison. *Wildlife Biology* 11: 215–220.
- Heurich, M. 2018: Conservation ecology of the Eurasian lynx population in the Bohemian forest ecosystem – predator-prey relationship, protection and management. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 50(4): 101–109.
- Kauffman, M.J., Varley, N., Smith, D.W., Stahler, D.R., MacNulty, D.R., Boyce, M.S. 2007: Landscape heterogeneity shapes predation in a newly restored predator–prey system. *Ecology Letters* 10: 690–700.
- Kauffman, M.J., Brodie, J.F., Jules, E.S. 2010: Are wolves saving Yellowstone's aspen? A landscape-level test of a behaviorally mediated trophic cascade. *Ecology* 91(9): 2742–2755.
- Kohl, M.T., Stahler, D.R., Metz, M.C., Forester, J.D., Kauffman, M.J., Varley, N., White, P.J., Smith, D.W., MacNulty, D.R. 2018: Diel predator activity drives a dynamic landscape of fear. *Ecological Monographs* 88(4): 638–652.
- Kuijper, D.P.J., De Kleine, C., Churski, M.V., Van Hooft, P., Bubnicki, J., Jędrzejewska, B. 2013: Landscape of fear in Europe: wolves affect spatial patterns of ungulate browsing in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Ecography* 36(12): 1263–1275.
- Kuijper, D.P.J., Bubnicki, J.W., Churski, M., Mols, B., van Hooft, P. 2015: Context dependence of risk effects: wolves and tree logs create patches of fear in an old-growth forest. *Behavioral Ecology* 26: 1558–1568.

- Kuijper D.P.J., Sahlén E., Elmhagen B., Chamaillé-Jammes S., Sand H., Lone K., Cromsigt J.P.G.M. 2016: Paws without claws? Ecological effects of large carnivores in anthropogenic landscapes. *Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences* 283: 20161625.
- Laliberte, A.S., Ripple, W.J. 2004: Range contractions of North American carnivores and ungulates. *BioScience* 54: 123–138.
- Laundré, J.W., Hernández, L., Altendorf, K.B. 2001: Wolves, elk, and bison: re-establishing the “landscape of fear” in Yellowstone National Park, USA. *Canadian Journal of Zoology* 79: 1401–1409.
- Laundré, J.W., Hernández, L. 2003: Winter hunting habitat of pumas *Puma concolor* in northwestern Utah and southern Idaho, USA. *Wildlife Biology* 9(4): 123–129.
- Laundré, J.W., Hernández, L., Ripple, W.J. 2010: The landscape of fear: ecological implications of being afraid. *Open Ecology Journal* 3: 1–7.
- Lima, S.L., Dill, L.M. 1990: Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology* 68: 619–640.
- Lone, K., Loe, L.E., Gobakken, T., Linnell, J.D., Odden, J., Remmen, J., Mysterud, A. 2014: Living and dying in a multi-predator landscape of fear: roe deer are squeezed by contrasting pattern of predation risk imposed by lynx and humans. *Oikos* 123(6): 641–651.
- Luttberg, B., Hammond, J.I., Brodin, T., Sih, A. 2019: Predator hunting modes and predator-prey space games. *Ethology* 126: 476–485.
- Manning, A.D., Gordon, I.J., Ripple, W.J. 2009: Restoring landscapes of fear with wolves in the Scottish Highlands. *Biological Conservation* 142: 2314–2321.
- Norum, J.K., Lone, K., Linnell, J.D., Odden, J., Loe, L.E., Mysterud, A. 2015: Landscape of risk to roe deer imposed by lynx and different human hunting tactics. *European Journal of Wildlife Research* 61(6): 831–840.
- Olson, E.R., Van Deelen, T.R., Ventura, S.J. 2019: Variation in anti-predator behaviors of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in a multi-predator system. *Canadian Journal of Zoology* 97(11): 1030–1041.
- Proudman, N.J., Churski, M., Bubnicki, J.W., Nilsson, J.-Å., Kuijper, D.P.J. 2020: Red deer allocate vigilance differently in response to spatio-temporal patterns of risk from human hunters and wolves. *Wildlife Research* 48(2) 163–174.
- Putman, R., Apollonio, M., Andersen, R. (Eds.). 2011: *Ungulate management in Europe: problems and practices*. Cambridge: Cambridge University Press p. 410.
- Riginos, C., Grace, J.B. 2008: Savanna tree density, herbivores, and the herbaceous community: Bottom-up vs. top-down effects. *Ecology* 89(8): 2228–2238.
- Ripple, W.J., Beschta, R.L. 2003: Wolf reintroduction, predation risk, and cottonwood recovery in Yellowstone National Park. *Forest Ecology and Management* 184: 299–313.
- Ripple, W.J., Beschta, R.L. 2004: Wolves and the ecology of fear: can predation risk structure ecosystems? *BioScience* 54: 755–766.
- Ripple, W.J., Beschta, R.L. 2006: Linking a cougar decline, trophic cascade, and catastrophic regime shift in Zion National Park. *Biological Conservation* 133(4): 397–408.
- Ripple, W.J., Estes, J.A., Beschta, R.L., Wilmers, C.C., Ritchie, E.G., Hebblewhite, M., Berger, J., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M.P., Schmitz, O.J., Wallach, A.D., Schmitz, O.J. 2014: Status and ecological effects of the world’s largest carnivores. *Science* 343: 1241484.
- Rivrud, I.M., Sivertsen, T.R., Mysterud, A., Åhman, B., Støen, O.G., Skarin, A. 2018: Reindeer green-wave surfing constrained by predators. *Ecosphere* 9(5): e02210.
- Sahlén, E., Noell, S., DePerno, C.S., Kindberg, J., Spong, G., Cromsigt, J.P. 2016: Phantoms of the forest: legacy risk effects of a regionally extinct large carnivore. *Ecology and Evolution* 6(3): 791–799.
- Scharf, I., Ovadia, O. 2006: Factors influencing site abandonment and site selection in a sit-and-wait predator: a review of pit-building antlion larvae. *Journal of Insect Behavior* 19: 197–218.
- Schmidt, K., Kuijper, D.P.J. 2015: A “death trap” in the landscape of fear. *Mammal Research* 60: 275–284.
- Schmitz, O.J. 2008: Herbivory from individuals to ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39: 133–152.
- Seamans, T.W., Blackwell, B.F., Linnell, K.E. 2016: Use of predator hair to enhance perceived risk to white-tailed deer in a foraging context. *Human-Wildlife Interactions* 10: 300–311.
- Sih, A. 1980: Optimal foraging: partial consumption of prey. *American Naturalist* 116: 281–290.
- Sih, A., Englund, G., Wooster, D. 1998: Emergent impacts of multiple predators on prey. *Trends in Ecology & Evolution* 13(9): 350–355.
- Simon, R.N., Cherry, S.G., Fortin, D. 2019: Complex tactics in a dynamic large herbivore–carnivore spatiotemporal game. *Oikos* 128(9): 1318–1328.
- Valeix, M., Loveridge, A.J., Chamaillé-Jammes, S., Davidson, Z., Murindagomo, F., Fritz, H., Macdonald, D.W. 2009: Behavioral adjustments of African herbivores to predation risk by lions: spatiotemporal variations influence habitat use. *Ecology* 90: 23–30.

Wikenros, C., Kuijper, D.P.J., Behnke, R., Schmidt, K. 2015: Behavioural responses of ungulates to indirect cues of an ambush predator. Behaviour 152: 1019–1040.

Melléklet

Sorszám	Szerzők	Vizsgált prédafaj(ok)	Vizsgált ragadozó(k)	Vizsgált hatás
1	Avgar et al. (2015)	szarvasfélék	szürke farkas	élőhelyhasználat
2	Berger (2007)	szarvasfélék	barna medve	élőhelyhasználat
3	Bonnot et al. (2020)	szarvasfélék	eurázsiai hiúz	élőhelyhasználat
4	Dupke et al. (2017)	szarvasfélék	eurázsiai hiúz	élőhelyhasználat
5	Eccard et al. (2017)	szarvasfélék	eurázsiai hiúz	éberség
6	Grignolio et al. (2019)	egyéb patás fajok	szürke farkas	élőhelyhasználat
7	Hernández (2005)	egyéb patás fajok	szürke farkas	élőhelyhasználat
8	Heurich (2018)	szarvasfélék	eurázsiai hiúz	élőhelyhasználat éberség
9	Kauffman et al. (2010)	szarvasfélék	szürke farkas	vegetáció megújulása
10	Kohl et al. (2018)	szarvasfélék	szürke farkas	élőhelyhasználat
11	Kuijper et al. (2013)	egyéb patás fajok	szürke farkas	vegetáció megújulása élőhelyhasználat
12	Kuijper et al. (2015)	egyéb patás fajok	szürke farkas	éberség vegetáció megújulása
13	Laundré et al. (2001)	szarvasfélék (bika) szarvasfélék (tehén) egyéb patás fajok	szürke farkas	éberség
14	Lone et al. (2014)	szarvasfélék	eurázsiai hiúz	élőhelyhasználat
15	Manning et al. (2009)	szarvasfélék	szürke farkas	élőhelyhasználat
16	Norum et al. (2015)	szarvasfélék	eurázsiai hiúz	élőhelyhasználat
17	Olson (2019)	szarvasfélék	szürke farkas	élőhelyhasználat éberség
18	Rivrud et al. (2018)	szarvasfélék	barna medve	élőhelyhasználat
19	Sahlén et al. (2016)	egyéb patás fajok	barna medve	élőhelyhasználat
20	Schmidt et al. (2015)	szarvasfélék	szürke farkas eurázsiai hiúz	élőhelyhasználat
21	Simon et al. (2019)	egyéb patás fajok	szürke farkas	élőhelyhasználat

POTENTIAL EFFECTS OF LANDSCAPE OF FEAR CREATED BY LARGE CARNIVORES OF HUNGARY ON THEIR PREY: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

P. FEHÉR^{1,*}, K. FRANK², K. KATONA³

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Genetics and Biotechnology
2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert street 4., e-mail: feher.peter.arpad@uni-mate.hu

²Tolna County Government Office Szekszárd District Office

7100 Szekszárd, Dr. Szentgáli Gyula street 2., e-mail: krisz.frank.biol@gmail.com

³Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute for Wildlife Management and Nature
Conservation, Department of Wildlife Biology and Management

2100 Gödöllő, Páter Károly street 1., e-mail: Katona.Krisztian@uni-mate.hu

*corresponding author: feher.peter.arpad@uni-mate.hu

Keywords: landscape of fear, predator-prey interactions, predation risk, fear, large carnivores, deer

Until the end of the 20th century, the populations of European large carnivores were declining due to loss and fragmentation of habitats, but nowadays their numbers are increasing again. Large carnivores can directly affect ungulate populations and indirectly influence their behaviour. Predators may impact their prey through indirect, non-lethal effects, described by the „landscape of fear” concept. The aim of this study was to investigate available information about the landscape of fear caused by the presence of three main large carnivores in Europe (the brown bear *Ursus arctos*, the Eurasian lynx *Lynx lynx* and the grey wolf *Canis lupus*). A systematic literature review was performed to collect data on the species, habitats and techniques involved in published research and the effects of the „landscape of fear”. 67.86% of prey species in these publications were cervids (e.g. red deer, roe deer) and 32.14% were other ungulates (e.g. wild boar, bison). Our study confirms that European large carnivores have detectable non-lethal effects on their prey species. The „landscape of fear” was revealed in 71.43% of the studies reviewed. The majority (75%) of those results showed changes in habitat use, 15% of studies found altered vigilance and 10% of studies detected differences in vegetation renewal. Perceived predation risk may affect habitat use or foraging patterns of herbivores, and this behavioural change may have cascading local or landscape-scale effects on vegetation and faunal assemblages. Thus, complete protection or sustainable management of these European large predators can also affect landscape-scale wildlife and vegetation patterns.