

Opra Boglárka – Urák István

ÉLET A HOLTFÁBAN: KÉREG ALATT ÁTTELELŐ ÍZELTLÁBÚ KÖZÖSSÉGEK SZERKEZETÉNEK A TANULMÁNYOZÁSA TERMÉSZETES ERDŐBEN

Bevezetés

Az erdők nagyon összetett ökológiai rendszerek (ökoszisztémák), melyek az általuk nyújtott számos ökoszisztéma-szolgáltatás miatt nélkülözhetetlenek az emberiség számára. Azáltal, hogy képesek megkötöni a szén-dioxidot, és hosszú távon tárolják a fában, hozzájárulnak az üvegházhatás csökkentéséhez. Hólavina-védelmi, talajvédelmi, vízminőség-biztosítási képességük által helyenként elősegítik az élőlények megtelepedésének feltételeit, túlélésük fontos szereplői. Melléktermékeik széleskörű felhasználása alátámasztja a társadalom magas igényét ezen termékekkel szemben. A biológiai sokféleség megőrzésének kulcsfontosságú helyszínei, az élőlények több mint felének a létezése és fennmaradása az erdőkhöz köthető, nem utolsósorban sok emberi közösség fennmaradása is az erdők nyújtotta szolgáltatásoktól függ¹.

Az erdők mint rendszerek meghatározására az irodalomban több nézőpont szerinti megközelítés is létezik. Egyesek ökológiai alapokon keresztül közelítik meg, mások inkább a gazdasági értékeit előtérbe helyezve fogalmazzák meg. Egy korai meghatározás szerint az erdő a Föld felszínének fás szárú növényekkel borított része; egy olyan nyitott, természetesen önszabályozó rendszer, amelyben a fák, cserjék és más növények együttese tartósan hatást gyakorolnak egymásra, egy sajátos állatvilággal társulva, amely kölcsönhatásban van élőhelyével és közvetlen környezetével.²

Az erdők bonyolult történelmi múlttal rendelkeznek Európa egész mérsékelt égövi területén. Amióta az ember felfedezte az erdőben rejlő értékek kihasználásának lehetőségét, különböző célokra használta fel azt, jellemzően az adott kor társadalmi elvárásainak, igényeinek eleget téve. A középkori kiterjedt erdőpusztítás, majd az intenzív gazdasági célú erdőgazdálkodás ellenére, egyes európai országokban megmaradtak az őserdők maradványai. A természetes erdők az erdőgazdálkodás számára inspirációs forrás,

lehetőség a megfigyeléseken alapuló tanulásra és a tanultak gyakorlatba ültetésére, új erdészeti stratégiák kidolgozásához. Tanulmányozásuk során sok olyan fontos információt nyerhetünk, melyeket felhasználva egy természetközeli, hosszú távon is fenntartható erdőgazdálkodás valósítható meg. Ebben pedig óriási szerep jut a holtfáknak és a hozzájuk kötődő életközösségeknek.

Irodalmi áttekintés

A múltban Románia területének több mint 79%-át erdőterületek képezték. Ma az ország területének mindössze 27%-át borítják erdők.³ Románia erdősült területének nagyságáról több vitatott forrás is létezik. Az ezek közti eltérést több tényező is okozhatja, többek közt a romániai és nemzetközi erdőfogalom eltérhet, például a záródás tekintetében, de befolyásolhatja azoknak a fás területek a kiterjedése is, amelyek nem szerepelnek az erdőalapban. Mindezek függvényében Románia nem egészen pontosan 6 900 962 ha erdőterülettel rendelkezik.⁴

A szakirodalomban több kifejezést használnak a beavatkozás nélküli erdőterületek sajátos jellemzéséhez is.⁵ A kifejezések a természetközeli, természetes, háborítatlan erdőtől az érintetlen, szűz és őserdőig terjednek, főként, hogy kiemeljék azokat a természetes állapotokat, amelyek az antropogén tényezők teljes vagy részleges hiányából adódnak.⁶ A természetes erdő, eredetétől függetlenül, emberi beavatkozások és használati intézkedések nélkül létezik és fejlődik, és egy nagyon fontos eleme a holtfa jelenléte. Holtfának értendő minden olyan fa vagy fának egy bizonyos része, amely teljesen elhalt. Megkülönböztethetünk fekvő és álló holtfát és ezeknek a különböző lebomlási fázisait.⁷ A fák pusztulását kiváltó okok intervalluma, erőteljessége a közeli, illetve a távoli jövőre is jelentős hatást gyakorolhat. Ezek a hatások eltérő módon nyilvánulhatnak meg egyes erdei ökoszisztémák működésében.⁸

¹ FAO & JRC 2012.

² MAJER Antal 1977, 549–557.

³ FRA 2020.

⁴ MARIN, Gheorghe et alii 2019.

⁵ PARVIAINEN, Jari 2005, 79, 9–18.

⁶ PETERKEN, George Frederick 1996.

⁷ MERGNER, Ulrich 2021.

⁸ CSÓKA György – LAKATOS Ferenc 2014.

Az erdőkben található holtfával kapcsolatos ökológiai kutatások egyik legfőbb célja, hogy magyarázatot adjanak arra, milyen hatással van a biodiverzitásra és az ökoszisztémákon belül zajló folyamatokra, olyan működési jellemzőkön keresztül, amelyek a környezet és az egyéni szervezetek összhangjából erednek.⁹ Egyes felmérések szerint a holtfában megkötött szén mennyisége globálisan az erdők szénkészletének csaknem 8%-ának felel meg.¹⁰

A faanyag lebomlását több tényező befolyásolja, a folyamatban részvevő fajok palettája változatos. A szakirodalom a faanyag lebomlásának intervallumát három fő szakaszra bontja. A szakaszok közti határok meghúzásának fő szempontja a fa fizikai sajátosságainak az időbeli változása. Az első szakaszt kolonizációs szakasznak nevezzük, amikor a fa fizikai aprózódása elkezdődik. Az első üregek, kisebb-nagyobb járatok megjelenésével út nyílik a következő szakaszban megtelepedő fajoknak. Utóbbi időszakot dekompozíciós szakasznak nevezzük, többek közt ebben a szakaszban kedveli a skarlátbogár (*Cucujus cinnaberinus*) is a holtfát. A dekompozíciós szakasz Európában a zonális erdtársulásokban hozzávetőlegesen tíz évet ölel fel. Ez az idő rovarok jelenléte nélkül a kétszerese lenne. Az utolsó szakasz a humifikációs szakasz. Ekkor az elhalt fa fizikailag egyre felismerhetetlenebbé, kézzel elmorzsolhatóvá válik. Az eddig a fa anyagából táplálkozó és benne élő szaproxilofág rovarok átadják a helyüket a végső lebontó mikroszkopikus gombáknak és baktériumoknak.¹¹ Mint már tudjuk, a holtfából a meghatározott szakaszok végén korhadék lesz. A korhadék, mindamellert hogy gazdag humusz-utánpótlást biztosít az erdő talajnak, mohák jelenlétében vizet tárol, amely a talajban elszívárogna vagy gyorsan lefolyna a felszínen, így nem kötődne meg, és nem hasznosulhatna az erdei rendszerben.¹²

Több évtizede nem kezelt erdőterületeken, európai viszonylatban az átlagos holtfa-mennyiség 30–70 köbméter egy hektáron, ez az arány az összes faanyag 10%-a körül mozog.¹³ A holtfa jelentőségét és pozitív hatását az erdei ökoszisztémák biodiverzítésében több európai országban, köztük Magyarországon is felismerték, aminek köszönhetően egyre részletesebb és összefüggéseket kereső publikációk kerülnek megosztásra. Magyarországon olyan részletes tanulmányok is készültek, amelyek a holtfa-készlet paramétereit külön vizsgálják, majd ezek közti átfé-

désekre is rávilágítanak. Ily módon a holtfák felosztásra kerülnek álló és fekvő holtfa minőségükben, a társulás tekintetében, illetve átmérő-kategóriában is.¹⁴ A Keleti-Kárpátokban zajló kutatások is az álló és fekvő holtfa arányainak területi megoszlását és annak hatásait írják le.¹⁵ Az egyre több kutatásnak köszönhetően, talán az erdészi szakszemélyzet is egyre inkább tér el a régi dogmáktól, miszerint a holtfa jelenléte a kezelt erdőkben fertőzésveszély, pazarlás, illetve a rekreációs élvezetek csökkenéséhez vezet. A holtfa mindezek mellett az állományok nem megfelelő kezelésének a mutatója. Az erdőtípusokat, azok elegyfajait figyelembe véve, az adatok azt bizonyítják, hogy a bükkállományban jelen lévő holtfák aránya alacsonyabb az elegyes illetve lucfenyves-állományokhoz képest.¹⁶

A holtfát közvetlenül fogyasztó állatokat szaproxilofágoknak, illetve a gombákat, mikroorganizmusokat szaprotrófoknak nevezik. A szaproxil rovarok életciklusának legalább egy része holt és korhadó fához kötődik, ezzel fontos ökológiai szerepet játszanak, elsősorban a mikroélethelyek kialakításában.¹⁷ Fontos, hogy a szaproxilofágnak nevezett rovarok nagy része közvetlenül nem képes a fában lévő cellulózt lebontani, így nem is a fa anyagát, hanem annak a gombák által előkészített részeit, vagy ténylegesen a gombafonalakat vagy azok spóráit fogyasztja. Tehát a szaproxilofág bogáregyüttesek létezéséhez nélkülözhetetlen a gombák jelenléte. Ezeknek az információknak az alapján a csoport leghelyesebb megnevezése holtfagomba-fogyasztók vagyis szaproxilomicetofágok. Azokat a szervezeteket, amelyek gombákat fogyasztanak, micetofágnak vagy mikofágnak nevezük. Meg kell említeni, hogy az egyes táplálkozási kategóriák között gyakoriak az átfedések. Több olyan rovar ismert, amely nem specializálódott egy konkrét élelemforrásra. Az evolúciós stratégiák hozadéka, hogy egyes fajok a sikeresebb fennmaradás érdekében, ha lehetőség nyílik rá, képesek ragadozó életmódba átváltani, annak ellenére, hogy többségében gombafonalakat fogyasztanak.¹⁸

A szaproxil rovarok fontos ökoszisztémán belüli funkciókat látnak el, segítik a holtfa lebomlását, hozzájárulva a tápanyagok újrahasznosításához. Aktivitásuknak a mérésével meghatározható a természetes folyamatok mértéke, esetleg ezek helyreállításának üteme.¹⁹ Jelen tanulmány célja álló holtfák kérge alatt áttelelő ízeltlábú közösségek felmérése egy Sepsibük-

⁹ WIECZYNSKI, J. Daniel et alii 2019, 116, 587–592.

¹⁰ SEIBOLD, Sebastian et alii 2021, 597, 77–81.

¹¹ KORDA Márton 2016.

¹² MERGNER, Ulrich 2021.

¹³ CSÓKA György – LAKATOS Ferenc 2014.

¹⁴ SZMORAD Ferenc et alii 2021, 11, 5–25.

¹⁵ VLAD, Radu et alii 2021, 26, 109–118.

¹⁶ FLORESCU, Ion 2011.

¹⁷ STOKLAND, Jøgeir et alii 2012.

¹⁸ CSÓKA György – LAKATOS Ferenc 2014.

¹⁹ SPEIGHT, Martin 1989, 16, 354–356.

szádhhoz tartozó természetes erdőben, mely Románia természetes erdőalapjában is nyilván van tartva (Ordinul Nr. 3397/2012, Ordinului Nr. 2525/2016).

Anyag és módszerek

A vizsgált erdőrészlet jellemzése

A vizsgálat tárgyát képező terület Kovászna megyében, természetföldrajzilag a Kárpát-kanyarban helyezkedik el (1. ábra). Az SFRJ földrajzi monográfiája szerint a vizsgált terület a IV.C jelű éghajlati szektorba tartozik, ami az erdei vegetáció számára kedvező középhegységi éghajlatot jelent. Köppen alapján ez a régió a Df éghajlati tartományba (boreális éghajlat) tartozik, hideg és csapadékos telekkel.²⁰

Az erdőrészlet teljes területe 38,2 hektár. A vizsgált 89-es erdőrészlet 920–1000 méter tengerszint feletti magasság közt helyezkedik el, délnyugati kitétséggű, vagyis hosszabb ideig éri a napsugár, mint egy északi oldalt. Ebből adódóan a széndioxid-asszimiláció hosszabb ideig tarthat, aminek az eredménye több szervesanyag-előállítás, ami egy egészségesebb, gyorsabban gyarapodó erdőterület létrejöttéhez vezethet. Átlagosan 25°-os lejtési szöggel számolhatunk, ami – az alapkőzet jelenlétével a felszínen – egyes részeken közepes termelékenységi osztályba engedi besorolni a területet. A hasonló jellemzőkkel rendelkező területeken a faállomány folytonosságának elengedhetetlen szerepe van a talajerózió mérséklésében. Ezek a tényezők, annak ellenére, hogy a talaj és a klimatikus viszonyok megfelelőek, mérséklék a biomassza-felhalmozódást.

Az erdőrészletben a leggyakoribb talajtípus a barna savas talaj. Ez a talaj savas alapkőzeteken képződik (kovás homokkő, szericit–klorit-pala, kvarcit, kvarcpala), változatos kitétséggű és lejtős lejtőkön. A humusz tartalma 3,8–13,5% a felső 5–10 cm vastagságban. Textúrája homokos vályogtól a vályogig terjedő. Termőképessége közepes és magas a bükknek, ez a vizsgált erdőrészletek fajösszetételében és növedékében is látható. Lucfenyő és jegenyefenyő jóllétét ezen a talajtípuson befolyásolja a talajréteg vastagsága is. Az erdőrészlet természetes felújításból származik. Több korú, elegyes állomány, a bükk dominanciájával (5B 4JF 1LF), aminek jelentéseként az állomány 50%-a bükk (*Fagus sylvatica*), 40%-a jegenyefenyő (*Abies alba*) és 10%-a lucfenyő (*Picea abies*). Az átlagmagasság 29 m, az átlag-átmérő 45 cm, az állomány záródása 0,80-as, vagyis 80%-os.²¹

Az éves átlaghőmérséklet 7 °C. A legmelegebb hónapokban a hőmérséklet átlagértéke 18 °C, a

leghidegebb hónapokban a hőmérséklet átlagértéke -4 °C. Az első fagy általánosan október elsején jelentkezik, az utolsó fagy pedig általában április 24-én. A csapadékos napok száma egy évben 140 nap, a havas napok száma 80 nap. A legnagyobb mennyiségű csapadék június, július és augusztus hónapokra jellemző. A legcsapadékosabb hónapokban a legmagasabb az átlaghőmérséklet (június, július és augusztus) és szintén ezekben a hónapokban a legnagyobb az evapotranspiráció is, míg a téli hónapokban, melyekben az átlaghőmérséklet nulla fok alatt van (decembertől májusig) az evapotranspiráció értéke nulla. Az ariditási index éves átlaga 41,8. Havi bontásban a legmagasabb érték januárban mérhető, és decemberig csökkenő tendenciát mutat (2. ábra).²²

A kutatás módszere

A terepi mintavételezés 2022. március 3-án történt, összesen 21 mintavételi ponttal. Mivel az erdőrészlet tengerszint feletti magasságának minimum- és maximumértékei nagy különbséget mutatnak (900 méter), a mintavételezést a rétegvonalakkal merőlegesen végeztük, két egymáshoz hozzátartozó párhuzamos vonalban. Elsőként a völgyből a gerinc irányba történt 12 mintavétel, majd a gerinctől a völgy irányába került sor 9 mintavételre. Azok az álló holtfák kerültek be a vizsgálatba, amelyek a meghatározott haladási irányon helyezkedtek el, fekvő holtfák felvételezése ebben a tanulmányban nem történt. Az álló holtfák mellmagasságának 40 x 40 cm-es kérge alól gyűjtöttük be az ízeltlábúakat (3. és 4. ábra).

A begyűjtött biológiai anyagot 70°-os etanololdatban tartósítottuk, zárható üvegcéskben. Minden mintát egyedi sorszámmal láttunk el, így megkönnyítve a munkafolyamatot. A begyűjtött anyag laboratóriumban került megvizsgálásra, binokuláris sztereomikroszkóp segítségével, ahol elsősorban a főbb taxonok lettek szétválogatva, majd a kifejlett (adult/imágó) egyedek többsége esetében a faji azonosítás is megtörtént, változatos határozókulcsok segítségével.

A pókok esetében Nentwig és munkatársai (2022) munkáit használtuk.²³ A skarlátbogár- és bíborbogár-imágók és -lárvák azonosításában nagy segítségünkre voltak az észak-belgiumi kutatások.²⁴ Mindezek mellett használtunk néhány erdei rovarokkal foglalkozó határozót is.²⁵

Az adatok számítógépes feldolgozása érdekében Microsoft Excel-adatbázist készítettünk. Ebből az adatbázisból generáltunk táblázatokat, és végeztük el

²⁰ COCIAN, Emil et alii 2011.

²¹ Uo.

²² STOENESCU, Ștefan Mihail 1966.

²³ NENTWIG, Wolfgang et alii 2022.

²⁴ BONACCI, Teresa et alii 2012, 212, 63–79.

²⁵ CSÓKA György – KOVÁCS Tibor 1999.

a statisztikai elemzéseket. Mivel a mintaszám eltérő volt, ahhoz, hogy összehasonlíthassuk a két élőhelytípust, az abszolútabundancia-értékekkel dolgoztunk.

A pókok élőhelyigényeire vonatkozó adatok Buchar és Ruzicka katalógusából származnak.²⁶ A meghatározott, felcímkézett anyagot a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Sepsiszentgyörgyi Karának Élettudományi Tanszékén működő Erdőmérnöki szak állattani gyűjteményében tároljuk.

Eredmények tárgyalása

Az ízeltlábúak rendszertani megoszlása

Összesen 218 ízeltlábút (Arthropoda) gyűjtötünk a 13 jegenyefenyőről és 8 bükkfáról. Az eltérő mintaszám tükrözi a két faj megoszlásának arányát: a jegenyefenyő mint holtfa nagyobb számban van jelen, mint a bükkből származó holtfa. Ez az eltérés a két fásszárú faj fiziológiai és morfológiai különbségeiből adódik: a bükk hosszabb életkorú képes elérni megfelelő környezeti feltételek mellett, mint a jegenyefenyő.

A begyűjtött ízeltlábúakat szétválogatva a fontosabb rendszertani csoportokra, nyolc nagyobb taxonba soroltuk be őket (1. táblázat). Egyedszám és abszolút abundancia alapján is három taxon jelentősebb, melyek a minták 92%-át teszik ki. A legnagyobb számban a bogarak (Coleoptera) voltak képviselve a mintákban, 122 egyeddel, ami a minták 56%-át jelenti. Meg kell azonban jegyezni, hogy ezek nagy része lárva stádiumban volt jelen. A második legnagyobb csoportot a kétszárnyúak (Diptera) képviselték, 43 egyed által, melyek szintén lárva állapotban voltak jelen. A harmadik legnagyobb számú csoport a pókok (Araneae) voltak, 35 egyed által képviselve (1. táblázat, 5. ábra).

A rovarokra vonatkozó eredmények

Összesen hat rovarot sikerült faji szintig azonosítani, melyek közül öt bogár (Coleoptera) és egy kétszárnyú (Diptera) (2. táblázat).

Az azonosított rovarfajok közül a skarlátbogár (*Cucujus cinnaberinus*) (6. ábra) az egész európai unióban, a tülkös szarvasbogár (*Sinodendron cylindricum*) (7. ábra) Magyarországon védett.

A skarlátbogár európai elterjedésű, Natura 2000-es faj. Az imágó 11–15 mm hosszú, párhuzamos oldalvonalú, nagyon lapos. Háti része fénytelen, vörös színű. A tor és potroh hasi része, előtorának oldalrészei, lábai, csápjai, illetve rágói feketék. Csápjai gyöngysorszerűen ízesülnek, és némileg hosszab-

bak, mint a fej és az előtor egybevége. Rágói nagyon erősek. Halántéka duzzadt hatású, kissé hátrafelé irányuló. Az előtor oldalszegélyén néhány durva fog figyelhető meg. Ivari dimorfizmus a fajra nem jellemző. A Kárpátokban honos, de ott is egyre ritkábbnak számító faj.

A skarlátbogár lárvai holtfák nyirkos és laza, de még nem teljesen leváló kérge alatt fejlődnek. A tűlevelű és lombos fafajokat egyaránt kedveli.²⁷ Lárvai 20–26 mm hosszúak, 3–3,25 mm szélesek, és lapítottak.²⁸ A lárvák fejlődési ideje egy vagy két évre tehető. A gombák által „előemésztett” korhadékkal és a már nem élő kambiummal táplálkozik, néha előfordul, hogy élő vagy már elpusztult rovarlárvákat is fogyaszt. A nőstény a kéreg alá helyezi a petéit, általánosan késő tavasz és kora nyári időszakban. A lárvák őszig igyekeznek minél nagyobb fejlődésen végigmenni, hogy képesek legyenek áttelelni. Augusztusban bábozódnak be egy gyűrű alakú bábkamrába, amely a korhadékban van kialakítva. A báb állapot nagyjából 10 napig tart. A kifejlett imágók kora tavasszal eltávolodnak a telelőhelyüktől, a szaporodás érdekében. A párosodás kéreg alatt történik, a vegetációs időszak kezdetétől kora nyárig. A hímek a párosodást követően, a nőstények a peterakás befejezése után rövid időn belül elpusztulnak.²⁹ Magyarországon természetvédelmi értéke 2000 Ft (<https://enfo.hu/node/7898>).

A tülkös szarvasbogár palearktikus elterjedésű faj. Az erdős területek csökkenésével párhuzamosan csökkent az elmúlt évtizedekben a faj elterjedési területe és előfordulásának gyakorisága. A tülkös szarvasbogár mára néhány országban kipusztult, máshol pedig védetté vált. A faj nappal és éjszaka is aktív, a fénnel történő keresés során gyakran rá lehet találni, leggyakrabban hímekre, kidőlt faanyagokon és -törzseken. Mivel a nemek együttműködnek a szaporodásban, a hímek általában a költőalagút bejáratát őrzik, míg a nőstény ás. Ha megtaláljuk, a hímeket gondosan meg kell figyelni, mert a nőstény is a közelben kell, hogy legyen. Az alagút szokás szerint elágazó, több tojásrakó kamrával, amelyek felaprózott fával vannak tele. A párzás ebben az alagútban történik. A lárvák olykor három évig is élhetnek, a felszín közelében építenek bábkamrákat.³⁰

A teste hossza hozzávetőlegesen 15–18 mm. Egy elhegyesedő nyúlvány található a hímek fején, amely orrszarvúszerű megjelenést kölcsönöz nekik, innen ered a faj megnevezése. A test fekete, fényes, kékes-zöldes csillogással, pöttyözött bemélyedésekkel (7. ábra). Polifág szaproxilikus faj, így az, hogy

²⁶ BUCAR, Jan – RUZICKA, Vlastimil 2003.

²⁷ HARASZTHY László 2014.

²⁸ THOMAES, Arno et alii 2020, 156, 162–172.

²⁹ HARASZTHY László 2014.

³⁰ MPAMNARAS, Athanasios – ELIOPOULOS, Panagiotis 2017, 26, 1–5.

milyen fajhoz tartozó korhadt faanyag található a területen, nem számít korlátozó tényezőnek. A kifejtett egyedek aktív időszaka májustól augusztusig tartó időszakra tehető. Szivárgó nedvekkkel táplálkoznak. Az ivari dimorfizmus eredményeként létrejött szarvat a hímek gyakran használják harcra egymás közt a párzási periódusban.³¹ Magyarországon természetvédelmi értéke: 10 000 Ft (<https://enfo.hu/node/7958>).

A pókokra vonatkozó eredmények

Összesen 35 darab pókot gyűjtöttünk, ami a teljes vizsgált anyag 16%-ának felel meg. Mind a 35 póknak sikeresen elvégeztük a faj szintű meghatározását, melynek eredményeként hét fajt azonosítottunk hat családból. Ahhoz viszonyítva, hogy az adathalmaz nem túl nagy, ez az eredmény arra enged következtetni, hogy a kéreg alatt áttelelő pók-közösségekben változatos faji sokszínűség áll fenn. A családokban való részvétel arányát, illetve az ehhez tartozó abundanciaértékeket és az egyedek leőhelyét a 3. táblázat és a 8. ábra szemlélteti.

Pókok közül a hatszemű darócópók (*Segestria senoculata*) volt jelen legnagyobb egyedszámban a mintákban, mindkét mikroélelőhelyen. Ez egy egész Európában jelen lévő faj, mely többnyire fakéreg alatt fordul elő. Könnyedén alkalmazkodik, így fali lyukakban, kövek alatt és gerendákban is előfordul, viszont a leggyakoribb az erdőkben. Általánosan 2020 m magasságig jelezték. Könnyedén felismerhető a jellegzetes karéjos sötétszínű sávról az utótest hátoldalán.³²

Az egyes fajok családok szerinti megoszlása jelentős eltérést mutat. Mindkét mikroélelőhelyen a darócópók (Segestriidae) vannak a legtöbb egyed által képviselve, ami a tipikus, kéreg alatt élő hatszemű darócópóknak köszönhető. A következő két család, amelyek még mindkét mikroélelőhelyen képviselve vannak, az eretnekpók (Amaurobiidae) és a jegyespók (Anyphaenidae). Ezek képviselői az ablakos eretnekpók (*Amaurobius fenestralis*) és a jegyespók (*Anyphaena accentuata*), melyek szintén gyakran fordulnak elő kéreg alatt. A másik három családból csak a jegyefenyő-kéreg alatt találtunk fajokat (8. ábra).

Nedvesséigény szerint a talált pókfajok túlnyomó része a félnedves területeket kedveli (9. ábra). Hasonló eredményre számítottunk a terület klimatikus viszonyait elemezve, és figyelembe véve a faállomány jellemzőit. A csapadékmennyiség és a potenciális evapotranspiráció havi bontásából egyértelműen látszik a többletcsapadék (excedens) jelenléte. Hosszú évek alatt az állomány egy sajátos mikroklímát

hozott létre, amely kedvező feltételeket biztosít az itt élő organizmusoknak. A csapadék megtartásához a fajösszetétel nagyban hozzájárul, nemcsak a fajok földfeletti fiziológiai változatosságai fontos tényezők, hanem azok gyökérstruktúrája is, mely a meredek lejtők sziklakibúvásain hozzájárul a talajerózió megakadályozásához, elősegítve más lágyszárú és fásszárú növények megtelepedését.

A terület fényháztartásával szemben támasztott igények szerint a félárnyékos, árnyékos élelőhelyeket kedvelő fajok vannak a legnagyobb arányban jelen. Az üzemterv jellemzőkben leírt, jelen esetben 0,70-es (70%) állományzáródás értéke megfelel a félárnyékos, árnyékos borításnak. Az erdőrészletben nincsen semmilyen erdészeti beavatkozás, vagyis semmilyen formában nem történik faanyag-kihozatal a területről. Ez a tény arra enged következtetni, hogy a természetes folyamatok révén az életciklusukat befejező, leginkább idős, matuzsálem fák átadják a helyüket az új kor egyedeinek azáltal, hogy a koronaterületük kiesik a lombkoronaszintből, így részesevést biztosítva a napfény-energiából, Kraft-osztályzás szerint, mely a fa szociális helyzetét írja le az állományban túlszárnyalt és alászorultként élő közösségeknek. Az elmúlás és az új élet ciklikus körforgásában és abban létrejött dinamikájában stabilizálódott egy mondhatni köztes állapot, amely – mint látható – minden borítottságkategóriát kedvelő pókfajnak otthont képest adni, de legfőbbképpen az átmenetet kedvelő pókfajoknak (10. ábra). Úgy a bükk-, mint a jegyefenyő-kéreg alatt a félárnyékos-árnyékos élelőhelyeket kedvelő fajok vannak többségben, majd az árnyékos élelőhelyeket kedvelő fajok következnek. A nyílt, félárnyékos és árnyékos élelőhelyeken egyaránt előforduló fajok aránya a legalacsonyabb, míg a ki-mondottan nyílt élelőhelyeket kedvelő fajok teljesen hiányoztak a mintákból.

A dolgozatban már többször is hangsúlyt kapott a vizsgált erdőrészlet jelentősége, mind a laikusok, mind pedig a szakavatott szemek részéről. Ez az emberi közösségben jelen lévő kérdések megválaszolásával, illetve a szociális rekreációkkal kapcsolatos. Ennek az erdei ökoszisztémának mégis az a legjelentősebb szolgáltatása, hogy élelőhelyet biztosít olyan fajok számára, amelyek máshol a környezet korlátozó tényezőinek következtében nem képesek vagy csak ritkán tudnak megmaradni. A talált pókokat gyakoriságuk lapján is kategorizáltuk. A 11. ábra szemlélteti a ritka fajok viszonylag magas arányát a területen.

Ki kell emelni azt a tényt, hogy az összes pókfaj természetes és természetközeli, klimax stádiumban lévő élelőhelyeken fordul elő.³³ Mindez jelzi az álta-

³¹ CHINERY, Michael 2012.

³² NENTWIG, Wolfgang et alii 2022.

³³ BUCHAR, Jan – RUZICKA, Vlastimil 2003.

lunk vizsgált erdő természetvédelmi értékét. Továbbá az azonosított hét fajból három ritkának számít. Ezek a következők: *Anypaena accentuata* (Walckenaer, 1802), *Ebrechtellatricos pidata* (Fabricius, 1775) és *Philodromus margaritatus* (Clerck, 1757), melyek a ritka, védett rovarfajok mellett tovább emelik az általunk vizsgált erdő természetvédelmi értékét. Olyan fajokról van szó, melyek Európa több nyugati országában veszélyeztetettek, éppen a természetes erdők eltűnése és a holtfa hiánya miatt. Az, hogy itt még jelen vannak, jelzi a vizsgált erdő természetességét.

Eredmények összefoglalása és következtetések

A vizsgált erdőrészeletről elmondható, hogy nemcsak a fásszárú növényeknek ad teret életciklusuk természetes betöltésére, hanem egy fajokban gazdag ízeltlábúközösségnek is. A vizsgált 21 mintában összesen 218 ízeltlábú volt, ami több mint 10 egyed jelent mintánként (40 x 40 cm-es felületen). Ez elsősorban az életciklusukat befejező fák után maradt korhadó faanyag magas arányú jelenlétével magyarázható. Ennek köszönhető, hogy a kis mintavételi ráfordítás ellenére, két védett szaproxil rovar jelenlétét sikerült kimutatni. Újabb mintavételre éppen ezért nem is került sor, elkerülve a védett fajok populációinak károsodását.

A kéreg alatt áttelelő pókok esetében is igen gazdag közösséggel találkoztunk. Összesen 35 egyedet gyűjtöttünk, melyek hét fajt képviseltek, hat családból. Legnagyobb egyedszámban egy tipikusan kéreg alatt élő faj, a hatszemű darócpók (*Segestria senoculata*) volt jelen, a bükk- és jegenyefenyő-kérgék alatt egyaránt. A legtöbb egyed által képviselt családok a darócpók (Segestriidae), az eretnekpók (Amaurobiidae) és a jegyespók (Anyphaenidae) voltak. A fajok élőhely-preferenciája tükrözi a vizsgált erdőrészlet fizikai környezeti jellemzőit és annak természetességét, ami megfelel az erdőrészlet leírásá-

ban fellelhető adatoknak és klimatikus jellemzőknek: a félnedves, félárnyékos és árnyékos élőhelyeket kedvelő pókok voltak nagyobb arányban jelen a mintákban, míg a száraz és nyílt élőhelyeket kedvelő fajok teljesen hiányoztak. Az összes azonosított faj a természetes és természetközeli, klimax stádiumban lévő élőhelyeken fordul elő, közülük három ritka fajnak számít.

Összegzésként megállapítható, hogy a vizsgált terület nemcsak erdészeti szempontból érdekes és értékes terület, hanem ökológiai szempontból is. Sok ritka, élőhelyspecialista rovar- és pókfajnak biztosít megfelelő élőhelyet. Ezek a fajok nem tudnának megélni a holtfa jelenléte nélkül, számukra ezek az erdők az utolsó és egyetlen élőhelyszigetek, ahol még előfordulnak. A jövőben a kezelési tervek elkészítésénél erre a szempontokra is oda kell figyelni. Bármi is legyen az adott kor elvárása az erdővel szemben, ezeknek a teljesülése és folyamatos hozamának a biztosítása az erdei ökoszisztémákban jelen lévő szervezetek életben maradásán és ezek közti kölcsönhatások fennmaradásán áll vagy bukik. A természetes erdők az erdőgazdálkodás számára inspirációs forrás, lehetőség a megfigyeléseken alapuló tanulásra és a tanultak alkalmazására, gyakorlatba ültetésére és új erdészeti stratégiák kidolgozására.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a terület tulajdonosának, Roy Chowdhury Katalin Zsuzsannának, hogy engedélyezte a kutatás lebonyolítását, illetve a Kézdivásárhelyi magánerdészethez az együttműködésért és segítségért. Nem utolsó sorban köszönjük dr. Farkas Attilának a hasznos észrevételeket, tanácsokat és információkat.

Kulcsszavak: holtfa, biológiai sokféleség, természetes erdők, közösségi jelentőségű ízeltlábúak, pókok

Opra Boglárka – Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Sepsiszentgyörgyi Kar, Élettudományi Tanszék, Sepsiszentgyörgy, Csíki utca 50., RO-520036; opraboglarka@student.ms.sapientia.ro
 Urák István – Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Sepsiszentgyörgyi Kar, Élettudományi Tanszék, Sepsiszentgyörgy, Csíki utca 50., RO-520036; urakistvan@gmail.com

Irodalom

- BONACCI, Teresa – MAZZEI, Antonio – HORÁK, Jakub – BRANDMAYR, Pietro
2012 *Cucujus tulliae* sp. n. – an Endemic Mediterranean Saproxyllic Beetle from Genus *Cucujus* Fabricius, 1775 (Coleoptera, Cucujidae), and Keys for Identification of Adults and Larvae Native to Europe, *ZooKeys*, CCXII, 63–79.
- BUCHAR, Jan – RUZICKA, Vlastimil
2003 *Catalogue of Spiders of the Czech Republic*, Peres, Praha.
- CHINERY, Michael
2012 *Domino Guide to the Insects of Britain and Western Europe* (Rev. 3rd ed.), Bloomsbury, London.
- COCIAN, Emil – BAR, Samuel – KOVÁCS, Antal
2011 *Amenajamentul fondului forestier al doamnei Roy Chowdhury Katalin Zsuzsanna, U.P.IV Malnas, S.C. Ecosilva S.R.L., Oradea.*
- CSÓKA György – KOVÁCS Tibor
1999 *Xilofág rovarok: Xylophagous insects*, Agroinform, Budapest.
- CSÓKA György – LAKATOS Ferenc
2014 *A holtfa. Silva Naturalis*, 5, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.
- FLORESCU, Ion – CHIȚEA, Gheorghe – SPÂRCHEZ, Simon – PETRIȚAN, Ioan – FILIPESCU, Cosmin
2002 Particularități privind modul de structurare și funcționare a unor ecosisteme forestiere montane cvasivirgine din zona Brașov, *Anale I.C.A.S.*, XLV, 21–30.
- FAO & JRC
2012 *Global Forest Land-Use Change 1990–2005 (FAO Forestry Paper, No. 169)*, Food and Agriculture Organization of the United Nations and European Commission Joint Research Centre, FAO, Rome.
- FLORESCU, Ion
2011 *Silvicultura, II, Studiul pădurii*, Lux Libris, Brașov.
- FRA
2020 *Global Forest Resources Assessment* (online: <https://doi.org/10.4060/ca8753en>).
- HARASZTHY László
2014 *Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon*, Pro Vértes Közalapítvány, Csákvár.
- KORDA Márton
2016 *Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére*, Duna-Ípoly Nemzeti Park Igazgatósága, Budapest.
- MAJER Antal
1977 A faállomány rendszertani jellemzői, *Az erdő*, XXVI, 549–557.
- MARIN, Gheorghe – CALOTĂ, Cătălin-Ioan – BOURIAUD, Oliver – NIȚU, Daniel Marius
2019 *Inventarul forestier național din România: Ciclul 1 (2008-2012)*, Silvică, Voluntari (Ilfov).
- MERGNER, Ulrich
2021 *A lépőkő-elmélet*, Pro Silva Hungaria, Budapest.
- MPAMNARAS, G. Athanasios – ELIOPOULOS, A. Panagiotis
2017 First Record of the Wood-Boring Beetles *Oxymirus cursor* and *Sinodendron cylindricum* in Greece, *Entomologia Hellenica*, XXVI, 1–5.
- NENTWIG, Wolfgang – BLICK, Theo – BOSMANS, Robert – GLOOR, Daniel – HANGGI, Ambros – KROPF, Christian.
2022 Spider of Europe (online: www.araneae.unibe.ch).
- PARVIAINEN, Jari
2005 Virgin and Natural Forests in the Temperate Zone of Europe, *Forest, Snow and Landscape Research*, LXXIX, 9–18.
- PETERKEN, George Frederick
1996 *Natural Woodland: Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions*, Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- SEIBOLD, Sebastian – RAMMER, Werner – HOTHORN, Torsten – SEIDL, Rupert – Ulyshen Michael – ADOTTE, W. Marc – LINDENMAYER, B. David – ADHIKARI, P. Yagya – ARAGÓN, Roxana – BAE, Soyeon – BALDRIAN, Petr – BARIMANI, V. Hassan – BARLOW, Jos – BÄSSLER, Claus – BEAUCHÉNE, Jackues – BERENGUER, Erika – BERGAMIN, S. Rodrigo – BIRKEMOE, Tone – BOROS Gergely – BRANDL, Roland – BRUSTEL, Hervé – BURTUN, J. Philip – CAKPO-TOSSOU, T. Yvonne – CASTRO, Jorge – CATEAU, Eugénie – COBB, P. Tyler – FARWIG, Nina – FERNÁNDEZ, D. Romina – GAN, Kee Seng – GONZÁLEZ, Grizelle – GOSSNER, M. Martin – HABEL, C. Jan – HÉBERT, Christian – HEIBL, Christoph – HEIKKALA, Osmo – HEMP, Andreas – HEMP, Claudia – HOTES, Stefan – KOUKI, Jari – LIU, Yu – LUO, Ya-Huang – MACANDOG, M. Damasa – MARTINA, E. Pablo – MUKUL, A. Sharif – NACHIN, Baatarbileg – NISBET, Kurtis – O’HALLORAN, John – OXBROUGH, Anne – PANDEY, J. Nath – PAVLÍČEK, Tomáš – PAWSON, M. Stephen – RAKOTONDRANARY, S. Jacques – RAMANAMANJATO, Jean-Baptiste – ROSSI, Liana – SCHMIDL, Jürgen – SCHULZE, Mark – SEATON, Stephen – STONE, J. Marisa – STORK, E. Nigel – SURAN, Byambagerel – SVERDRUP-THYGESON, Anne – THORN, Simon – THYAGARAJAN, Ganesh – WARDLAW, J. Timothy – WEISSER, W. Wolfgang – YOUN, Sungsoo – ZHANG, Naili – MÜLLER, Jörg.
2021 The Contribution of Insects to Global Forest Deadwood Decomposition, *Nature*, 597, 7874, 77–81.
- SPEIGHT, C. D. Martin
1989 Life in Dead Trees: A Neglected Part of Europe’s Wildlife Heritage, *Environmental Conservation*, XVI, 354–356.
- STOENESCU, Ștefan Mihail
1966 *Atlasul Climatologic al Republicii Socialiste Romania*, Institutul Meteorologic, București.

- STOKLAND, Jogeir – SIITONEN, Juha – JONSSON, Bengt Gunnar
2012 *Biodiversity in Dead Wood*, Cambridge University Press & Assessment, Cambridge
(online: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139025843>).
- SZMORAD Ferenc – KELEMEN Kristóf – KENDERES Kata – STANDOVÁR Tibor
2021 Északi-középhegységi erdők összetételének, szerkezetének és holtfa-viszonyainak összehasonlító elemzése, *Erdészettudományi Közlemények*, XI, 5–25.
- THOMAES, Arno – CRÉVECOEUR, Luc – DAKA, Gibson – DE BLOCK, Mario – HEYNDRIKX, Rens – KARIUKI, Kennedy – MARCHAND, Sepp – SCHEERS, Kevin – SMEEKENS, Vincent – VAN DE KERCKHOVE, Peter
2020 *Cucujus cinnaberinus* (Cucujidae) is Rapidly Colonising Northern Belgium, *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie*, CLVI, 162–172.
- VLAD, Radu – ROGOJAN, Claudiu-Cosmin – SIDOR, Cristian Gheorghe – ŞTEFAN, Gheorghe – CURCĂ, Marius – ŞTEFAN Alexandra
2021 Cercetări privind evaluarea stării de conservare în unele habitate forestiere de interes comunitar din Parcul Național Călimani, *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, XXVI (nr. 48), 109–118.
- WIECZYNSKI, J. Daniel – BOYLE, Brad – BUZZARD, Vanessa – DURAN, M. Sandra – HENDERSON, N. Amanda – HULSHOF, M. Catherine – KERKHOFF, J. Andrew – MCCARTHY, C. Magen – SWENSON, T. Sean – ASNER, P. Gregory – BENTLEY, Lisa Patrick – ENQUIST, J. Brian – SAVAGE, M. Van
2019 Climate Shapes and Shifts Functional Biodiversity in Forests Worldwide, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, CXVI, 587–592.

Viața în lemnul mort: studiul structurii comunităților de artropode, care ierneză sub scoarța lemnului mort într-o pădure cvasivirgină

(Rezumat)

Pădurile sunt ecosisteme extrem de complexe. În pădurile naturale, un rol important îl joacă lemnul mort și comunitățile de viață asociate, care constituie subiectul prezentului studiu. Am examinat comunitățile de artropode, care ierneză sub scoarța lemnului mort într-o pădure naturală de lângă Sepsibükszád (Bixad, jud. Covasna). Rezultatele noastre confirmă faptul că zona studiată este valoroasă nu numai din punct de vedere forestier, ci și din punct de vedere ecologic, oferind habitate adecvate pentru multe artropode rare, specializate în habitat.

Cuvinte cheie: lemn mort, biodiversitate, păduri naturale, artropode de interes comunitar, păianjeni

Life in the Deadwood: A Study of the Arthropod Communities Overwintering under Bark in Natural Forests

(Abstract)

Forests are highly complex ecosystems. In natural forests, a significant role is played by deadwood and the associated life communities, which is the subject of the present study. We examined the arthropod communities overwintering beneath the bark of deadwood in a natural forest near Sepsibükszád (Bixad), Covasna County. Our results confirm that the studied area is valuable not only for the purposes of forestry but also from an ecological perspective, providing suitable habitats for many rare, habitat-specialist arthropods.

Keywords: deadwood, biodiversity, natural forests, arthropods of interest for the community, spiders

Élet a holtfában: kéreg alatt áttelelő ízeltlábú közösségek szerkezetének a tanulmányozása természetes erdőben

1. táblázat A kéreg alatt gyűjtött ízeltlábúak, fontosabb taxonok és mikroélőhelyek szerint

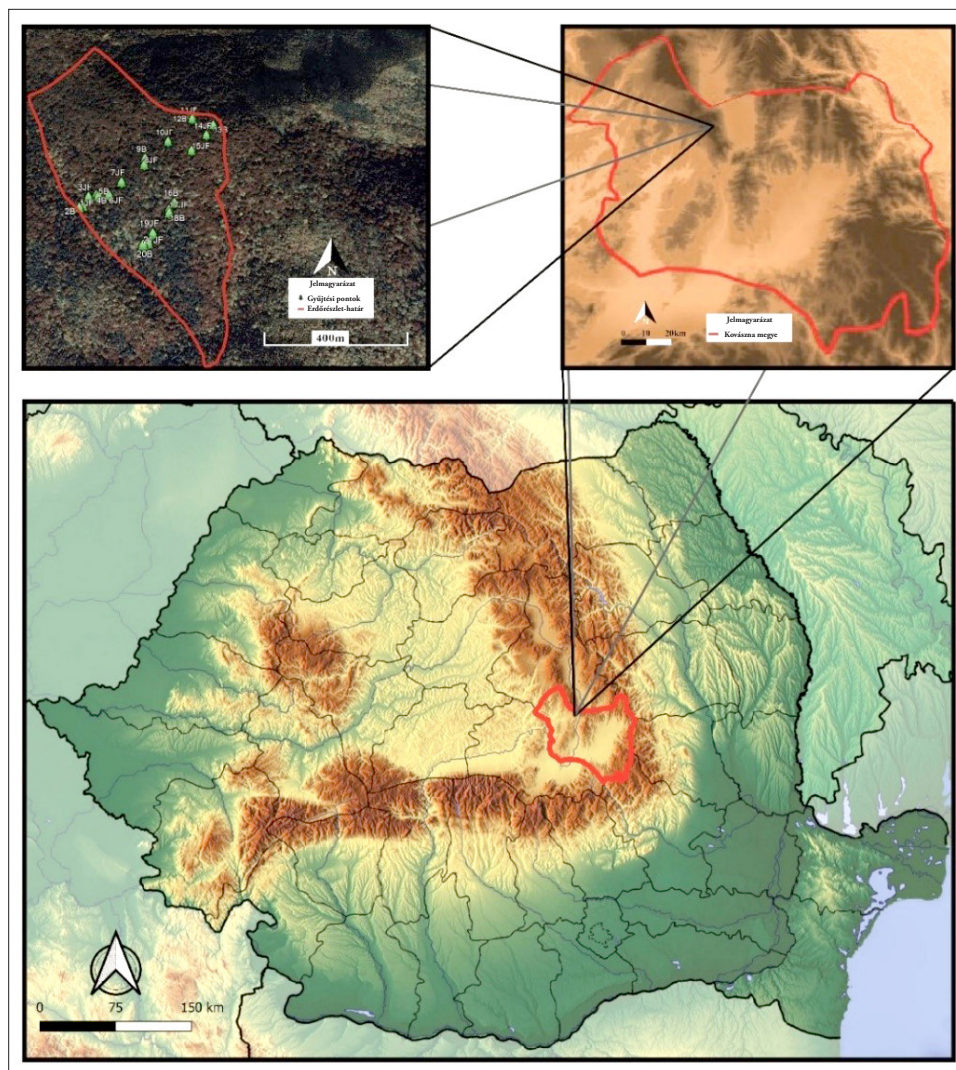
Élőhely Taxon	Bükk		Jegenyefenyő		Össz. egyed
	egyed	Aa	egyed	Aa	
Araneae	11	1,38	24	1,85	35
Archaeognatha	1	0,13	7	0,54	8
Coleoptera	14	1,75	108	8,31	122
Diptera	33	4,13	10	0,77	43
Heteroptera	0	0,00	1	0,08	1
Hymenoptera	4	0,50	0	0,00	4
Myriapoda	2	0,25	2	0,15	4
Neuroptera	1	0,13	0	0,00	1
Összesen	66	8,25	152	11,69	218

2. táblázat A kéreg alatt gyűjtött, faji szintig azonosított rovarok, mikroélőhelyek szerint

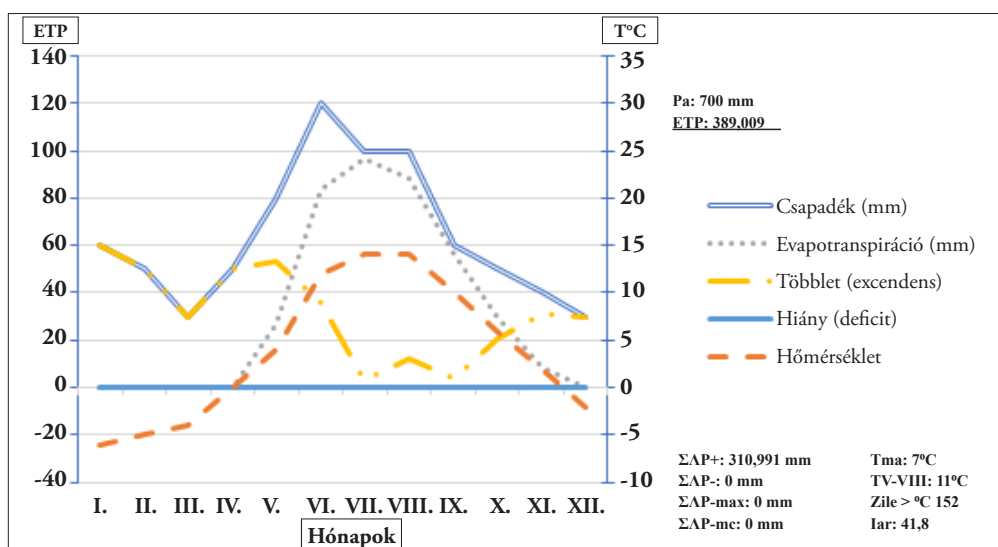
Sorszám	TAXON	Bükk	Jegenyefenyő
1	<i>Pyrochroa coccinea</i> (Linnaeus, 1761)	0	4
2	<i>Grynocharis oblonga</i> (Linnaeus, 1758)	0	1
3	<i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	0	22
4	<i>Sinodendron cylindricum</i> (Linnaeus, 1758)	1	0
5	<i>Cucujus cinnaberinus</i> (Scopoli, 1763)	1	32
6	<i>Xylophagus ater</i> (Meigen, 1804)	0	5

3. táblázat A kéreg alatt gyűjtött pókok fajlistája

Szám	Családok	Bükk		Jegenyefenyő		Összes egyed
		egyed	Aa	egyed	Aa	
I.	Amaurobiidae	1	0,13	3	0,23	4
1	<i>Amaurobius fenestralis</i> (Ström, 1768)	1	0,13	3	0,23	4
II.	Anyphaenidae	3	0,38	3	0,23	6
2	<i>Anyphaena accentuata</i> (Walckenaer, 1802)	3	0,38	3	0,23	6
III.	Cybaeidae	0	0,00	2	0,15	2
3	<i>Cryphoeca silvicola</i> (C. L. Koch, 1834)	0	0,00	2	0,15	2
IV.	Philodromidae	0	0,00	2	0,15	2
4	<i>Philodromus margaritatus</i> (Clerck, 1757)	0	0,00	2	0,15	2
V.	Segestriidae	7	0,88	10	0,77	17
5	<i>Segestria senoculata</i> (Linnaeus, 1758)	7	0,88	10	0,77	17
VI.	Thomisidae	0	0,00	4	0,31	4
6	<i>Diaea dorsata</i> (Fabricius, 1777)	0	0,00	3	0,23	3
7	<i>Ebrechtella tricuspadata</i> (Fabricius, 1775)	0	0,00	1	0,08	1
Összesen		11	–	24	–	35



1. ábra A vizsgált terület földrajzi elhelyezkedése



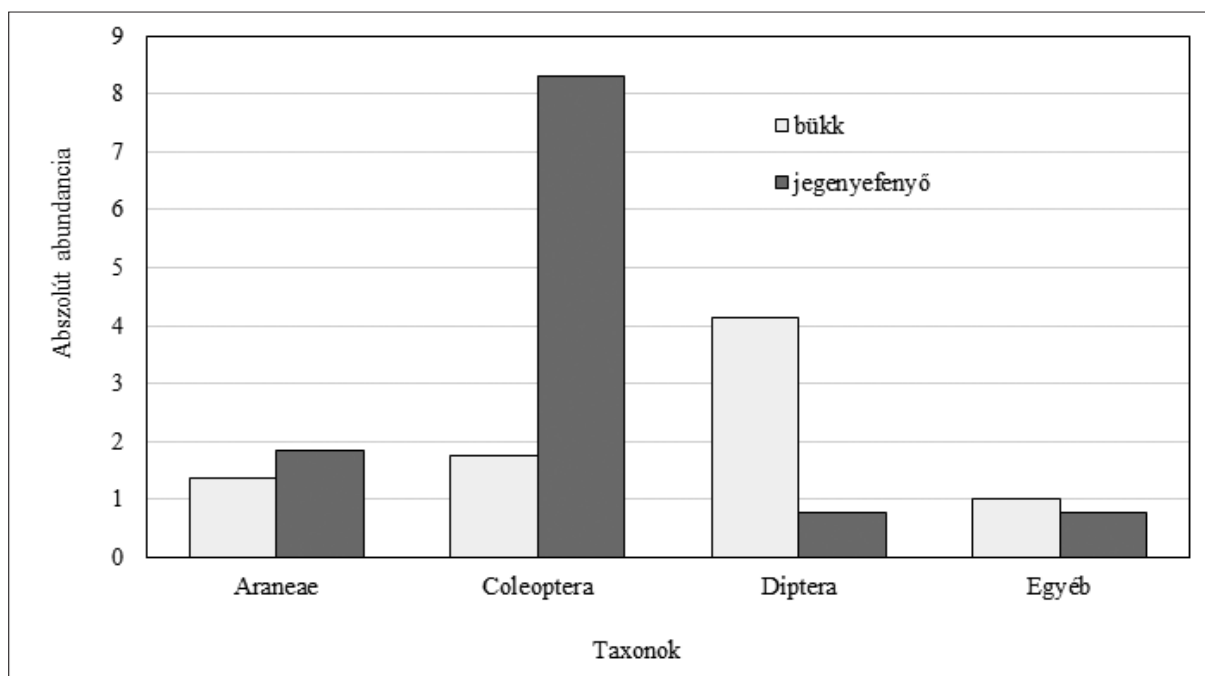
2. ábra Walter–Lieth-diagram (STOENESCU, Ștefan Mihail 1966 után, módosítva)



3. ábra Mintavétel előkészítése



4. ábra Fenyves-töviseincér (*Rhagium inquisitor*) lárvája



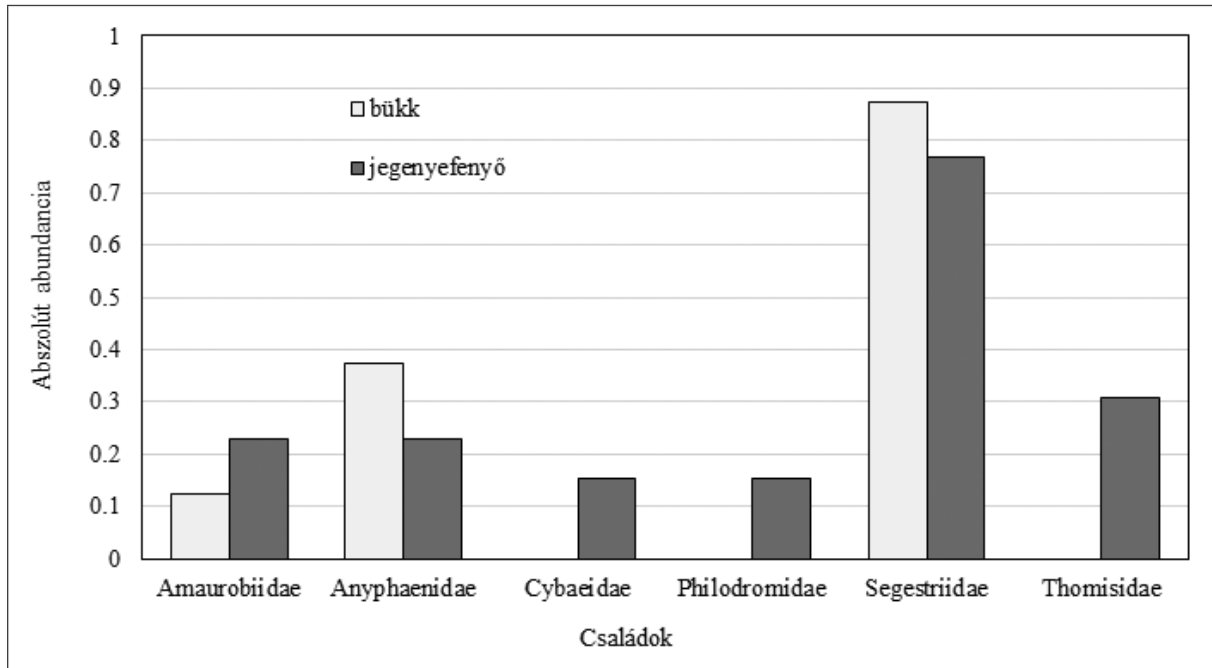
5. ábra Az ízeltlábúak főbb rendszertani csoportok szerinti megoszlása



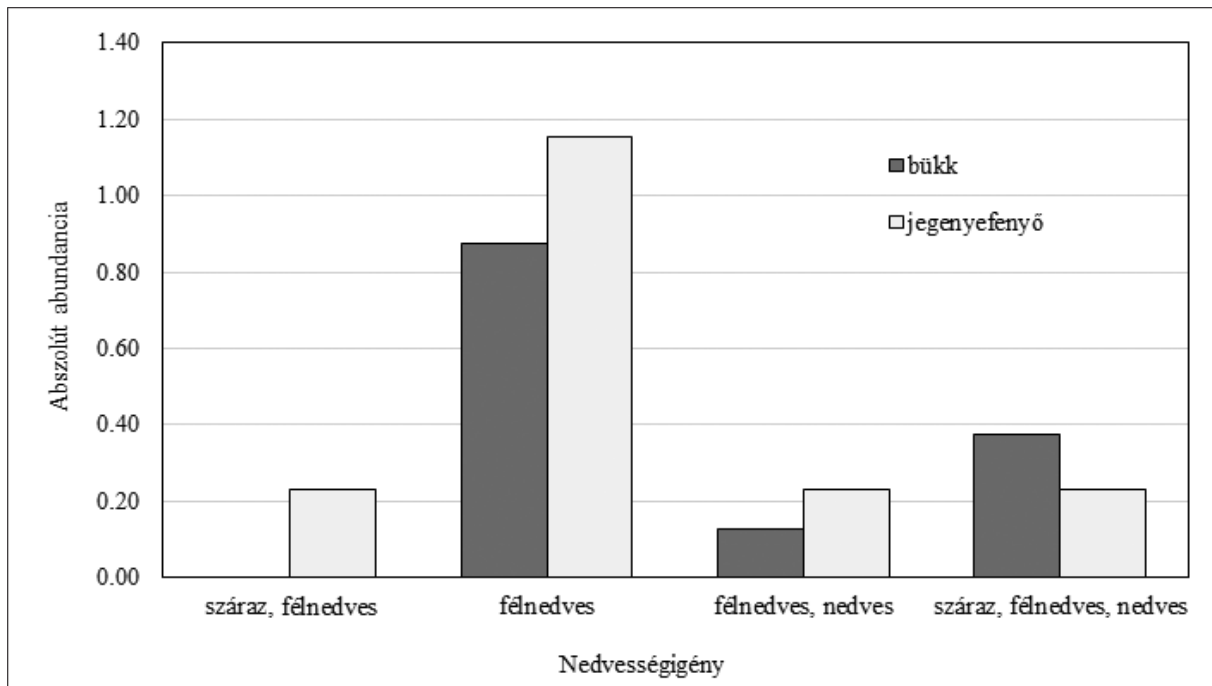
6. ábra Skarlátbogár (*Cucujus cinnaberinus*)



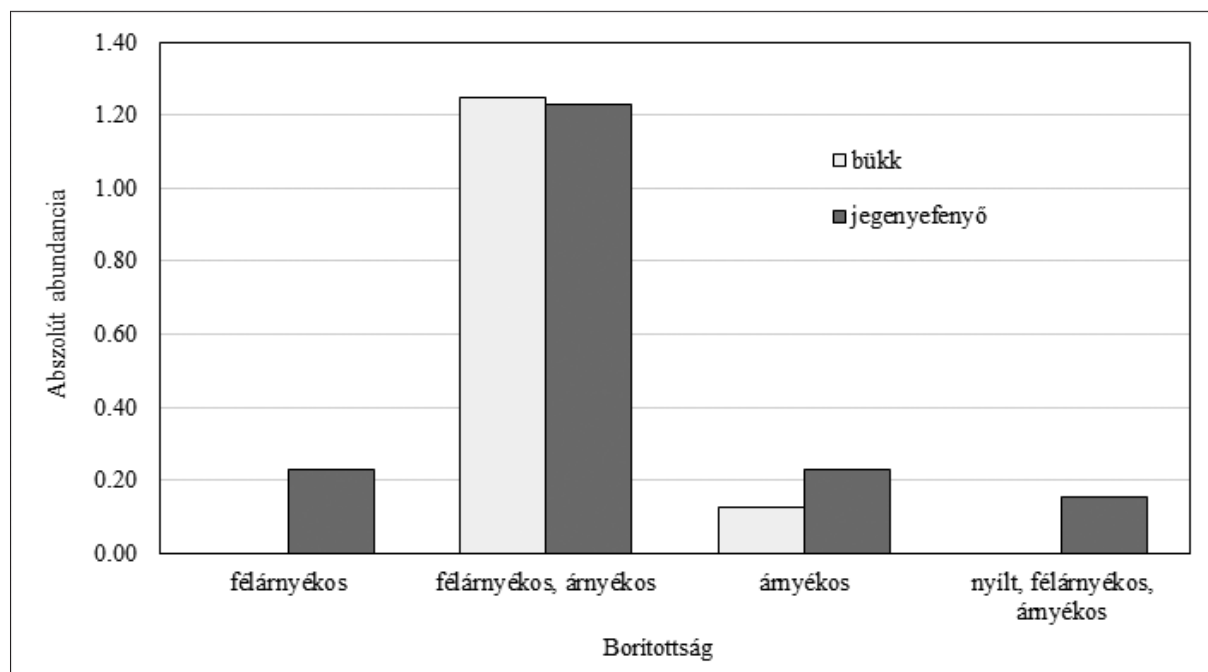
7. ábra Tülkös szarvasbogár (*Sinodendron cylindricum*)



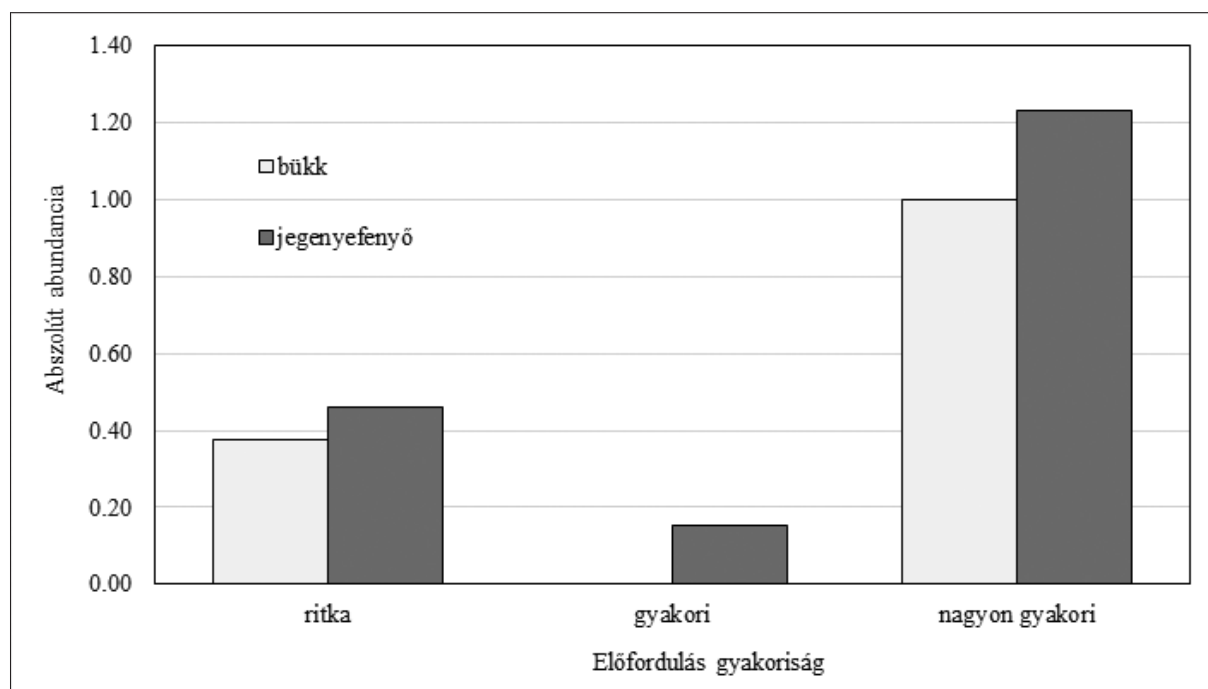
8. ábra A pókok családok szerinti megoszlása



9. ábra Nedvességigény szerinti megoszlás



10. ábra A pókok fényigény szerinti megoszlása



11. ábra A pókok előfordulási gyakoriság szerinti megoszlása