

Állatorvostudományi Egyetem

Zoológiai Tanszék

***Lehmannia* fajok Magyarországon
(Gastropoda: Stylommatophora: Limacidae)**

Lehmannia species in Hungary (Gastropoda: Stylommatophora: Limacidae)

Ádám Borka Zsuzsanna

Témavezető: Dr. Páll-Gergely Barna
tudományos főmunkatárs
HUN-REN ATK Növényvédelmi Intézet

Társtémavezető: Turóci Ágnes
tudományos segédmunkatárs
HUN-REN ATK Növényvédelmi Intézet

Belső Konzulens: Dr. Szűts Tamás
tudományos főmunkatárs
Állatorvostudományi Egyetem
Biológiai Intézet
Zoológiai Tanszék

Absztrakt

A hazai meztelencsiga fauna 32 fajt számlál, és egy alulkutatott csoportnak számít. A pontos határozásuk tradicionálisan az ivarszervi anatómia alapján történik, azonban érdemes lenne, például ökológiai kutatásokhoz kizárólag a külső morfológiai tulajdonságok vizsgálatával is lehetővé tenni a határozásukat.

Kutatásom során a Magyarországon előforduló *Lehmannia* (Limacidae család) fajokat vizsgáltam, amelyek a lombos erdők jellemző meztelencsigái.

Összesen 82 *Lehmannia* fotózása történt laboratóriumi körülmények között, ezek közül 49 egyedről élő és konzervált állapotban, 33 egyedről csak konzervált állapotban készült fotó. Az összes példányt később felboncoltam és az ivarszerv alapján meghatároztam. További 98 gyűjteményi példány ellenőrző boncolását is elvégeztem a hazai elterjedésük tisztázása miatt.

Kutatásom során alátámasztottam a korábbi szakirodalmi adatokat, mely szerint két faj, a *Lehmannia marginata* és a *Lehmannia carpatica* élnek hazánkban.

A szintén lombos erdei *Limax cinereoniger* fiatal példányait a múzeumi gyűjteményekben és a terepen is nehéz elkülöníteni a *Lehmannia* fajokról, ezért a külső és anatómiai morfológiai vizsgálatokat kiterjesztettem erre a fajra is, összesen 33 közelmúltban gyűjtött példányra. A juvenilis *Limax cinereoniger* egyedekkel kapcsolatban a szakirodalomban eddig nem szereplő, új morfológiai bélyegeket is találtam, amelyek segítségével boncolás nélkül egyszerűbben megkülönböztethető a *Lehmannia* fajoktól.

Vizsgálataim során feltártam és fényképekkel dokumentáltam a két hazai *Lehmannia* faj külső és belső morfológiai változatosságát. Mivel nem találtam olyan külső morfológiai bélyeget vagy bélyeg-kombinációt, amely kizárólagos lenne a két fajra, ezért a hazai populációk egyedeinek biztos meghatározásához minden esetben boncolás szükséges. Az ivarszervi változatosság a *L. carpatica* egyedek között nem jelentős, azonban a *L. marginata* egyedek péniszze, különös tekintettel az azon található appendix sokféleségére, igen variábilis.

Abstract

The slug fauna in Hungary comprises 32 species and is considered a group that has not been extensively studied. Traditionally, their precise identification is based on genital morphology, but it would be beneficial to be able to identify them solely based on external morphology, for example for ecological studies.

In my research, I investigated the species of the genus *Lehmannia* (family Limacidae) occurring in Hungary, which are typical species found in deciduous forests.

In total, 82 *Lehmannia* specimens were photographed under laboratory conditions (49 live and also preserved, 33 specimens only in preserved state), dissected and then, they were identified based on their genitalia. A further 98 specimens from collections were also identified to clarify their distribution.

Throughout my research, I confirmed the previous literature data that two species (*Lehmannia marginata* and *Lehmannia carpatica*) are present in Hungary.

Juvenile specimens of the also deciduous forest species *Limax cinereoniger* are difficult to separate from *Lehmannia* species in museum collections and in the field, so I extended the external and anatomical morphological studies to this species, for a total of 33 recently collected specimens. I have also found new morphological characters for juvenile *Limax cinereoniger* specimens not previously reported in the literature, which allow them to be distinguished from *Lehmannia* species without dissection.

I conducted a thorough examination of the external and internal morphological characteristics of the two indigenous *Lehmannia* species and documented them with photographs. Despite my efforts, I did not discover any distinct external morphological features or combination of characters that are unique to these two species and allow to identify them on species level solely based on external morphological characters. Therefore, in the case of these two *Lehmannia* species, it is always essential to perform dissection in order to identify individuals accurately on a species level. While there is no significant morphological variation regarding the genitalia of *L. carpatica* individuals, the penis of *L. marginata* individuals exhibits a high level of morphological variability, particularly in terms of the penial appendix.

Tartalomjegyzék

Absztrakt	2
Abstract	3
Tartalomjegyzék	4
1. Bevezetés	5
2. Célkitűzések.....	9
3. Anyag és módszer	10
A megvizsgált anyag	10
Alaktani és anatómiai kifejezések.....	12
A boncolás menete.....	14
4. Eredmények	16
Külső morfológiai változatosság	19
Ivarszervi anatómiai változatosság	22
A hazai <i>Lehmannia</i> fajok elterjedése	26
5. Diskusszió.....	28
Külső morfológiai változatosság	28
Ivarszervi anatómiai változatosság	33
A hazai <i>Lehmannia</i> fajok elterjedése	36
6. Összefoglalás	38
7. Irodalomjegyzék	39
8. Köszönetnyilvánítás	42

1. Bevezetés

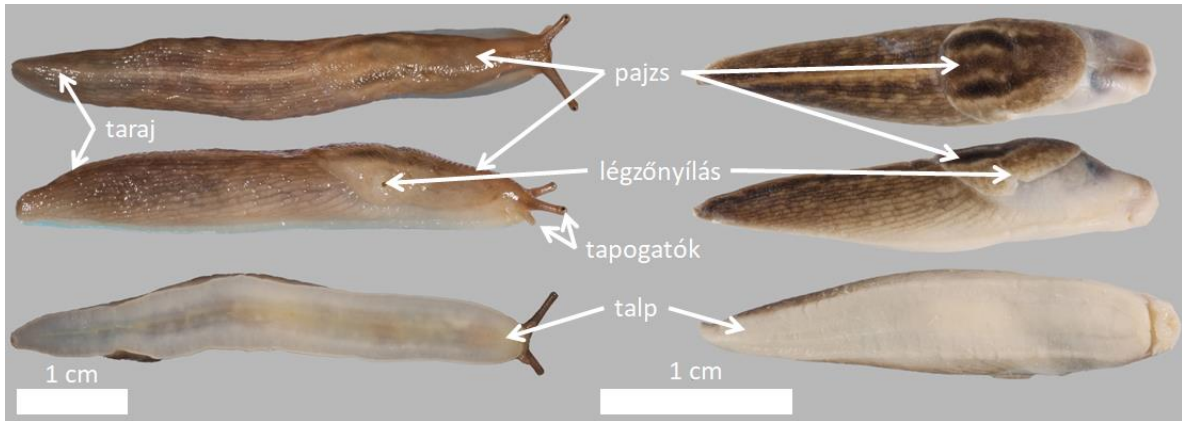
A szárazföldi csigák alkotják az egyik legsikeresebb és legváltozatosabb állatosztályt [1–3], ezen belül egy polifiletikus csoport a meztelencsigák. Ide azokat az állatokat sorolják, amelyek az emberekben a csigákról élő általános képtől eltérően nem rendelkeznek házzal. Ugyan összfajszámuk nem éri el a házas csigákét, mégis számos élőhelyen a szárazföldi csigafauna igen jelentős részét ők alkotják [4]. Nagy számban fordulnak elő erdei környezetben, és sokszor megbízható indikátorai lehetnek az erdők minőségének [5] is. Természetvédelmi szerepükön felül a bükkerdei avar bontásában is igen nagy szerepük lehet [6]. Fontosságuk ellenére a legtöbb szárazföldi csigával foglalkozó publikációban alulreprezentáltak. Ennek egy lehetséges oka, hogy a meztelencsigáknak nincs háza, ami a könnyebb határozáshoz alkalmazható bélyegeket rejt. Ezért a biztos határozás boncoláshoz kötött, esetleg szekvenálás szükséges, és az egyedek tartósítása alkoholban körülményesebb, mint a csigaházak („száraz gyűjtemény”) tárolása [7].

A magyarországi meztelencsigafajok számát jelenleg nem ismerjük pontosan, nem publikált összesítések szerint 32 faj fordul elő hazánkban (Turóci szem. közl.). A hazai faunával kapcsolatban született utolsó komolyabb, majdnem fél évszázados mű Wiktor és Szigethy faunisztikai cikke [8], amelyben Wiktor meghatározta a magyarországi múzeumi- és magángyűjtemények meztelencsiga egyedeit és pontos elterjedési adatokkal szolgált a magyarországi fajokkal kapcsolatban. Később, az 1990-es évek közepéig zajlott adatgyűjtések lelőhelyeit Pintér és Suara egy térképgyűjteményben összesítette [9], míg Fehér és Gubányi a Magyar Természettudomány Múzeum budapesti Puhatestű Gyűjteményének anyagát vitte térképre [10]. Ennek ellenére a hazai meztelencsigákra vonatkozó szakirodalom továbbra is sokszor hiányos [11].

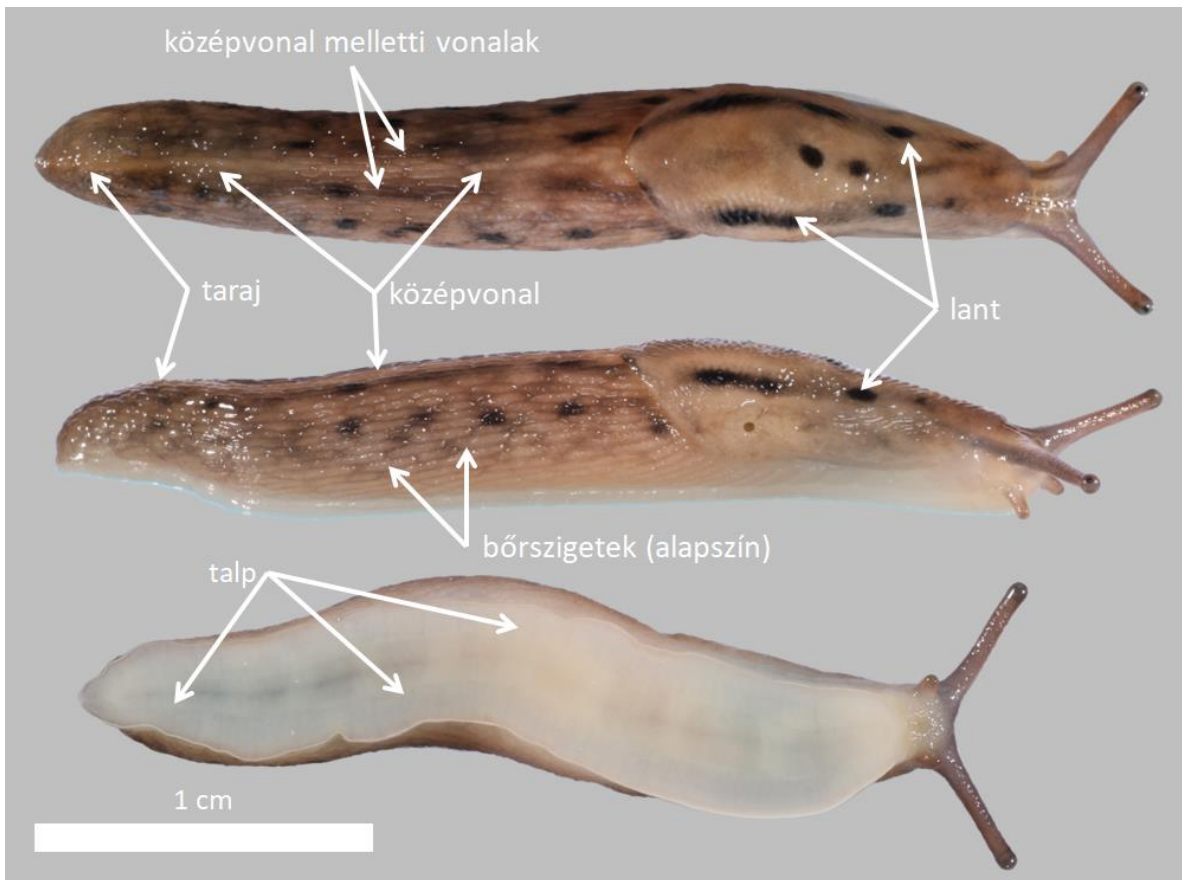
Az Európában, Afrikában és Ázsia egyes részein elterjedt Limacidae meztelencsigacsalád egyik fontos anatómiai tulajdonsága, hogy a légzőnyílás a pajzs felétől hátrébb helyezkedik el (1. ábra). Az ebbe a családba tartozó *Lehmannia* Heynemann, 1863 nemzetség ma összesen 14 fajt számlál [12, 13]. A *Lehmannia* fajok egyedei közepes méretű meztelencsigák [14], melyek a lombkoronában zuzmót fogyasztanak. Csapadék után csoportosan másznak fel a fára táplálkozni, a kéreg száradásakor gyorsan lemásznak és visszatérnek bűvőhelyükre. Életmódjuk rengeteg mozgást igényel, ezért Csehországban és Szlovákiában előforduló fajait az ott élő leggyorsabb szárazföldi csigáknak [14–16]

tartják. Külső megjelenésük igen változatos, de a legtöbb fajra jellemző a világos alapszínezetű test, amelyen sötét sávok húzódnak végig [17, 18]. A pajzson található lant alakú rajzolat a nemzetség egyik legfontosabb külső morfológiai jellemzője (1. ábra, 2. **ábra**) [17, 18]. A háton, a farok végének középvezetékében rövid taraj található (1. ábra) [17, 19]. Nyálkájuk szintelen és vízszerű, a mészlemezük aszimmetrikus, törékeny, gyengén kalcifikált [14]. A talp három egyforma, hosszanti sávból áll, egyszínű, világos árnyalatú (1. ábra) [13, 15, 17]. A külső morfológiai bélyegek megbízhatatlansága miatt fontos, hogy a taxonómusok biztos tudással rendelkezzenek belső szervek felépítéséről. Például a juvenilis korban a *Lehmannia* fajokhoz igen hasonló megjelenésű *Limax cinereoniger* Wolf, 1803 egyedektől való megkülönböztetés legbiztosabb módja is belső szervi anatómiai ismereteken alapul. A *Limax cinereoniger* példányok kifejlett korban leggyakrabban hosszában sávzott talppal rendelkeznek. Ez azt jelenti, hogy talpuk kétoldalt fekete, középen egy világos sávval. A juvenilis korú *Limax cinereoniger* egyedeken azonban a sávzottság hiányozhat, és hátuk mintázata hasonlíthat a *Lehmannia* fajoknál tapasztaltra [14, 17]. Ezen felül a *Lehmannia* fajok hátán futó hosszanti mintázatok hasonlítanak a *Limax cinereoniger* példányokon megfigyelhetőre. Fontos, nemzetségeik elkülönítésre alkalmas morfológiai bélyeg az igen hosszú *caecum* (vakbél) megléte, mely e csoport esetében a belek második kanyarulatától egészen a farok végéig elér [20, 21]. A farokig végighúzódó *caecum* jelenléte olyannyira jellemző erre a csoportra, hogy már juvenilis korban is látható, és más fajoktól egyértelműen elkülöníti a *Lehmannia* fajokat. A *Limax cinereoniger* egyedek semmilyen életszakaszban nem rendelkeznek ilyen vakbéllel [13, 22]. A *Lehmannia* fajok belső szerveit, ivarszerveit borító hártya, a mesenterium fekete [15, 17].

A zootaxonomiában jellemzően az ivarszerveknek kitüntetett szerep jut, ez a *Lehmannia* fajokra is igaz [23]. Az ivarszervek morfológiájának pontos ismerete kiemelten fontos a meztelencsigák határozásakor, hiszen egyes fajokat csak ez alapján lehet biztosan elkülöníteni. A két Magyarországon is előforduló faj esetében a pénisz alakja alapján lehetséges a biztos fajszintű határozás. A *L. marginata* egyedek rövid pénisszel rendelkeznek, melynek végén egy csúcsosan elvékonyodó függelék, *appendix* található. Ezzel szemben a *L. carpatica* példányok pénisze hosszúkás, felcsavarodó, e fajnál nem fordul elő *appendix*. Ezek alapján a fajok ivarérett korban pontosan elválaszthatóak egymástól [13, 14, 22, 24].



1. ábra; A meztelencsigák részei egy *L. marginata* egyeden (MAR-08). (Ld.: 1. táblázat).



2. ábra; A legfontosabb *Lehmannia* fajokra jellemző tulajdonságok egy *L. carpatica* egyeden (CAR-02). (Ld.: 1. táblázat)

Bár szomszédos országokban előfordulnak más *Lehmannia* fajok is, amelyek jelenléte Magyarországon is lehetséges, eddig hazánkban ma két faj jelenlétét ismerjük. Ezek a lágy meztelencsiga, *Lehmannia marginata* (O. F. Müller, 1774) és az éjszakai meztelencsiga *Lehmannia carpatica* Hutchinson, Reise & Schlitt, 2022 [9, 10, 25]. A két általam vizsgált *Lehmannia* faj elkülönítése a szakirodalom szerint ivarszervi anatómia alapján egyértelmű csak minden esetben, azonban a múltban sok félrehatározás fordult elő [8]. Ezért az e fajokra vonatkozó szakirodalmi adatokat megfelelő körültekintéssel kell kezelni [15].

Régebben a *L. carpatica* a magyar és nemzetközi szakirodalomban *Lehmannia nyctelia* (Bourguignat, 1861) néven szerepelt. Néhány éve azonban Hutchinson és mtsai. kimutatták, hogy a *Limax nyctelius* Bourguignat, 1861 néven Algériából leírt faj típusegyede egy másik, az Arionidae családba tartozik, és a ma érvényes neve *Letourneuxia nyctelia* (Bourguignat, 1861). Tehát a Kelet-Európában elterjedt, korábban *Lehmannia nyctelia* néven határozott ismert faj, egy másik, külön *Lehmannia* faj, aminek viszont új nevet kellett adni, így kapta a *Lehmannia carpatica* nevet [20].

A meztelencsigák taxonómiájában a legfontosabb az ivarszervi anatómia ismerete, de a határozást megkönnyíti, ha konzisztens külső és belső morfológiai bélyegeket is ismerünk. Ezért megvizsgáltam összesen 180 példányt, vizsgálva a külső morfológiai és ivarszervi anatómiai változatosságát a hazai *Lehmannia* fajoknak.

2. Célkitűzések

Kérdés1: Dolgozatom fő kérdése, hogy a Magyarországon élő *Lehmannia* fajok közötti elkülönítés megvalósítható-e csupán a külső morfológiai jelegek elemzésével. A vizsgálatom célja, hogy elmélyedjek az általam feldolgozott példányokon megfigyelhető külső morfológiai és ivarszeri anatómiai jellemzőkben, és megállapítsam, hogy léteznek-e figyelemre méltó eltérések a tudományos szakirodalomban dokumentált, bevett anatómiai leírásokhoz képest.

Kérdés2: Hogyan viszonyulnak az általam feldolgozott *Lehmannia* egyedek, azaz a gyűjteményi példányok és a mi gyűjtéseink adatai a szakirodalomhoz, ennek fényében átdolgozásra szorulnak-e az eddig ismert elterjedési adatok?

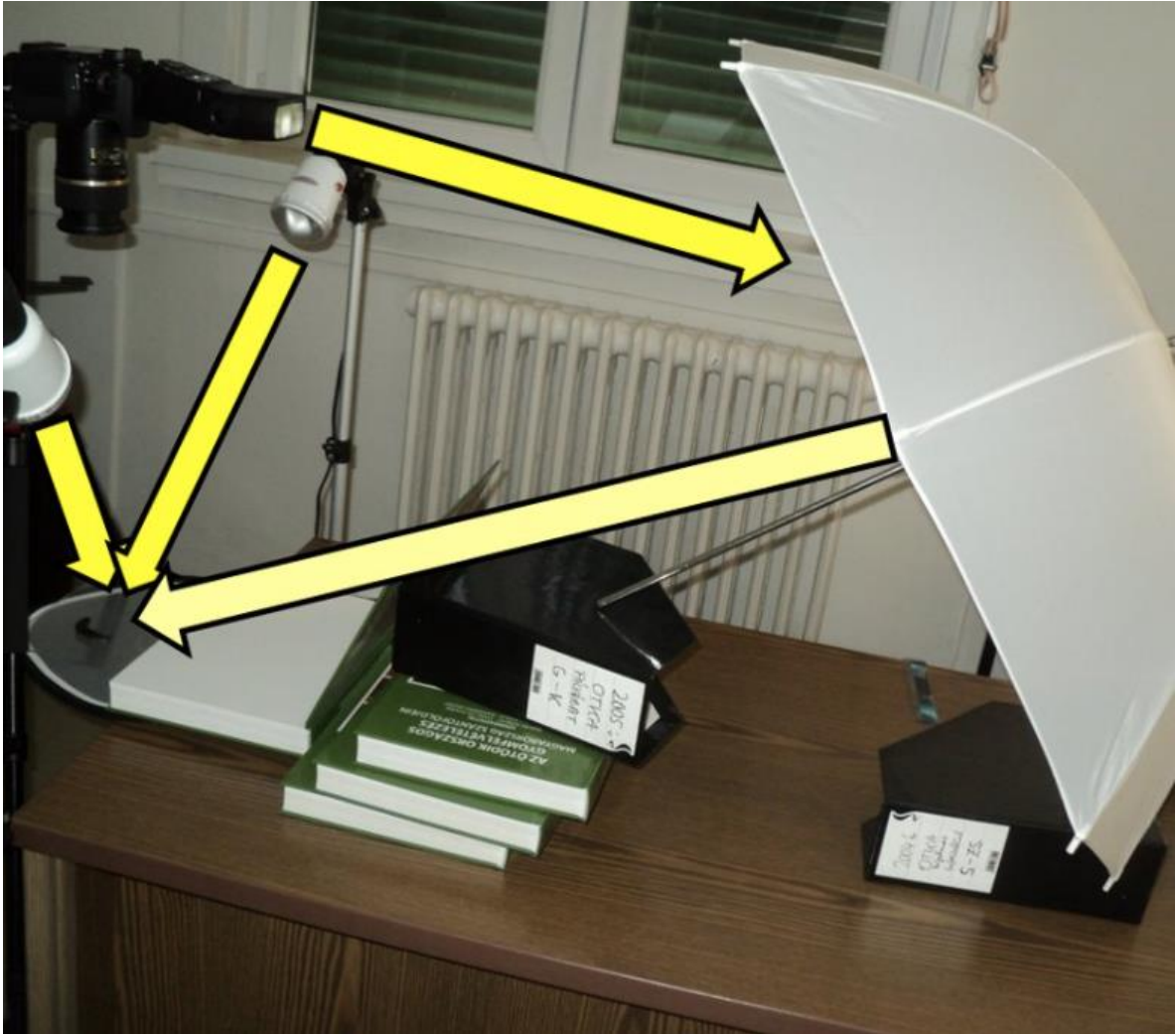
3. Anyag és módszer

A megvizsgált anyag

Kutatásaimat a HUN-REN ATK Növényvédelmi Intézetben végeztem, ahol rendelkezésemre álltak a korábbi években már begyűjtött és konzervált *Lehmannia* egyedek, melyek a Magyar Természettudományi Múzeum gyűjteményébe kerültek. Összesen 115 példányt vizsgáltam meg a közelmúltban összegyűjtött anyagból. Ezek közül 7 *Limax cinereoniger* és 3 *Lehmannia* egyed a saját gyűjtőmunkám révén szintén a múzeumi gyűjteménybe került. A példányok begyűjtése minden évben márciustól novemberig történt, hiszen ebben az időszakban aktívak az állatok, és fordulnak elő ivarérett példányok [13, 26, 27]. A gyűjtések helyszínei a korábbi elterjedési adatok ismeretében kerültek kiválasztásra. Ezek a legtöbbször jó állapotú lombhullató erdők voltak. A Magyar Természettudományi Múzeum egyedeinek egy részét és tagintézményének, a gyöngyösi Mátra Múzeum *Lehmannia* gyűjteményét is ellenőriztem. Egyes egyedek boncolása már korábban megtörtént, másokat a következőkben ismertetett boncolási módszerrel azonosítottam. Összesen 98 múzeumi tétel ellenőrző boncolását végeztem el. A térképeket Google Earth Pro segítségével készítettem.

Az állatokat élve, majd konzerválva három irányból fotóztam le. Ez azért fontos, mivel a meztelencsigák talpi, háti, illetve jobb oldalán találhatóak a legfontosabb külső morfológiai bélyegek. Összesen 49 élő egyedről készült fotó és 33 egyedet csupán konzerválva tudtam dokumentálni. Minden példány betűkből és számokból álló, egyedi sorszámot kapott, ami alapján pontosan azonosítható.

Az élő és konzervált egyedekről a képeket egy Canon Canon–EOS 2000D fényképezőgéppel, a hozzátartozó külső vakuval, Tamron SP AF 90mm F/2.8 Di MACRO 1:1 makroobjektívvel készítettem. A felvételek készítése a természetes fényt minél inkább utánozó körülmények között történt, hogy a meztelencsigák színezete a lehető legközelebb álljon a természeteshez. Ezt segítette a két darab állványos stúdióvaku (BlitzBirne Mikrosat) fehér derítőivel, így a fény az állatokat egyenletesebben érte (3. ábra).



3. ábra; A stúdió fényeinek elrendezése. (Kép: Turóci Ágnes)

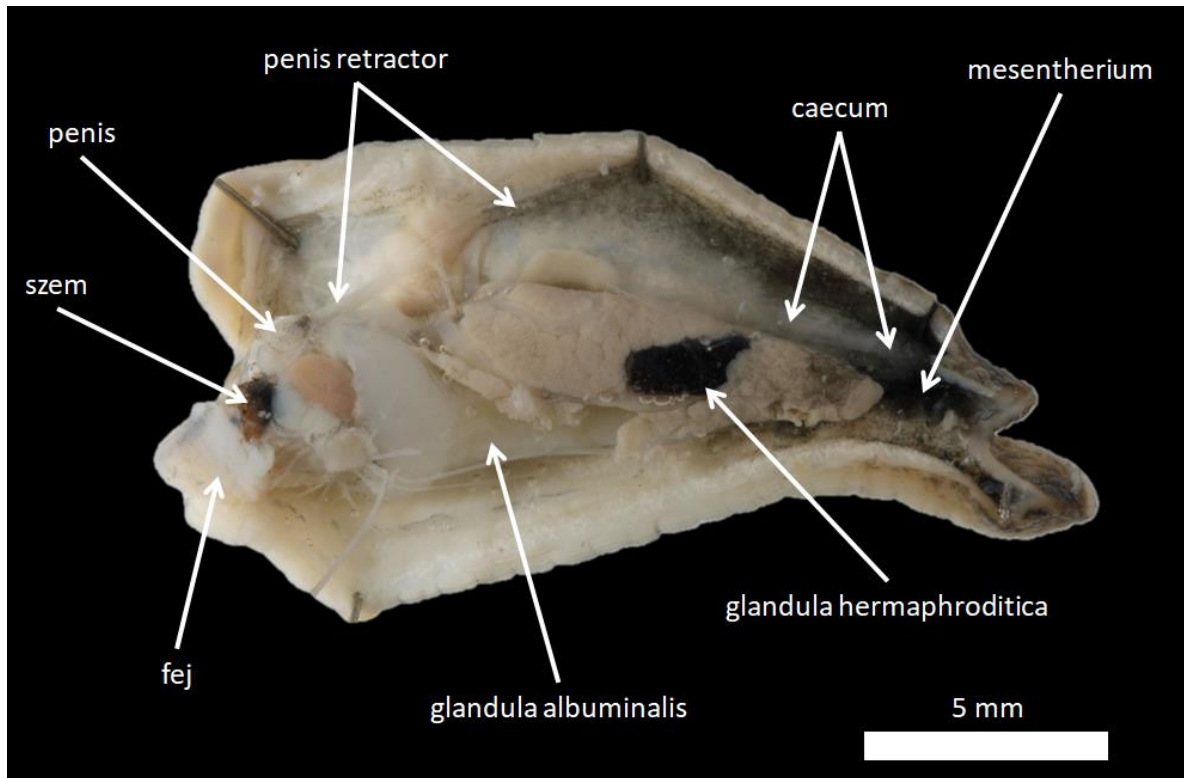
Az állatok eutanizálása 20%-os etanolban történt. A konzerválás után az állatok testéről papírtörllővel eltávolíthatóvá válik a nyálka. Az egyedeket 75%-os etanolban tartósítottam, így az egyedek alkalmasak molekuláris munkára [7]. Molekuláris vizsgálatokra azokat a példányokat választottuk ki, melyek a külső morfológiai és ivarszervi anatómiai változatosságot a leginkább szemléltetik. A morfológiai vizsgálatok visszaellenőrzésére DNS bárkódolást használtunk, összesen 6 *L. carpatica* és 9 *L. marginata* egyed DNS-szekvenálása történt meg a Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz munkatársai által Németországban [28].

Az állatok tárolása individuálisan, centrifugacsövekben, címkével ellátva valósult meg. A címkén nemzetség nevén kívül szerepelt a begyűjtő neve, a begyűjtés ideje és a pontos koordináták is. A boncolás után minden példány új címkét kapott, melyen a korábbiakon kívül szerepelt a boncolással igazolt faji besorolás, a boncolás időpontja és elvégzője is.

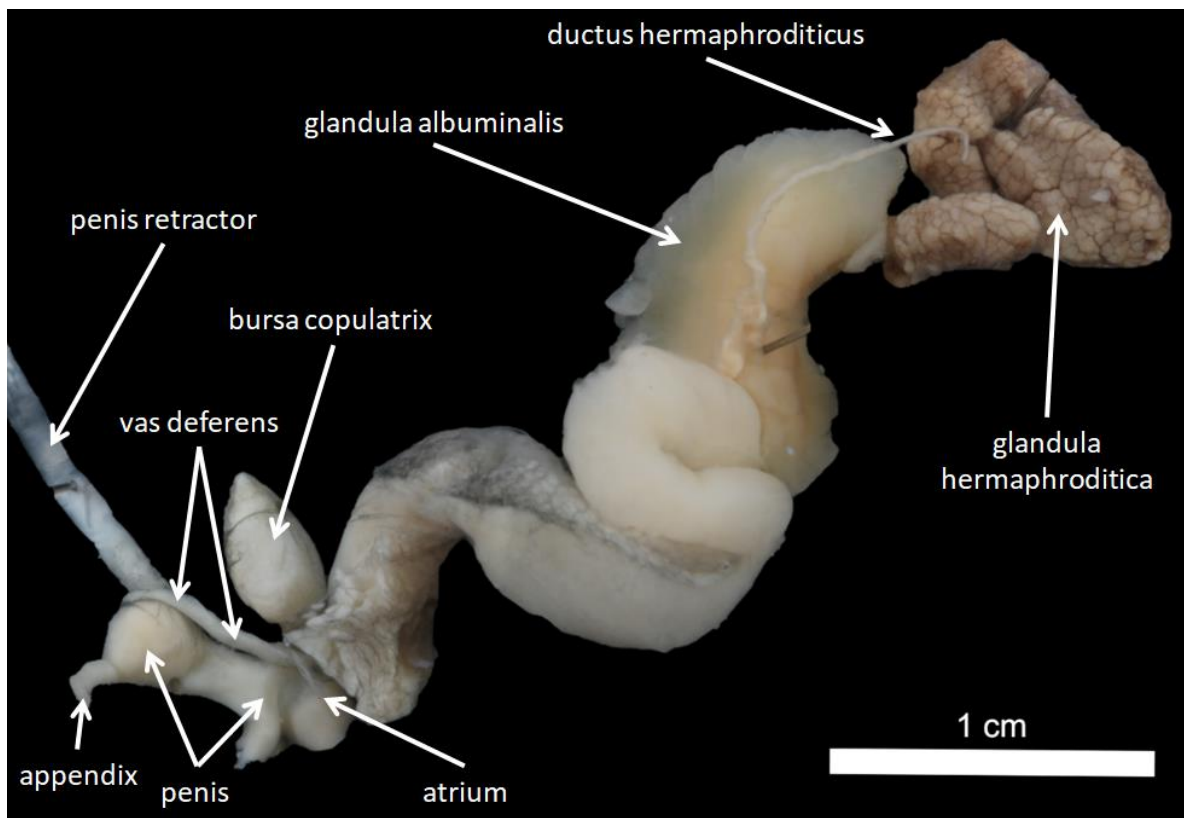
Alaktani és anatómiai kifejezések

A meztelencsigák taxonómiai szempontból fontos szerveinek elnevezéseit angolul írt cikkekben többféleképp, egyes esetekben angolul, más cikkekben angolosított latin nyelvű változatban használják. A különböző elnevezések egyértelműsítése érdekében rövid összefoglalót készítettem, tisztázva, melyik kifejezéssel mely anatómiai képletet jelölöm.

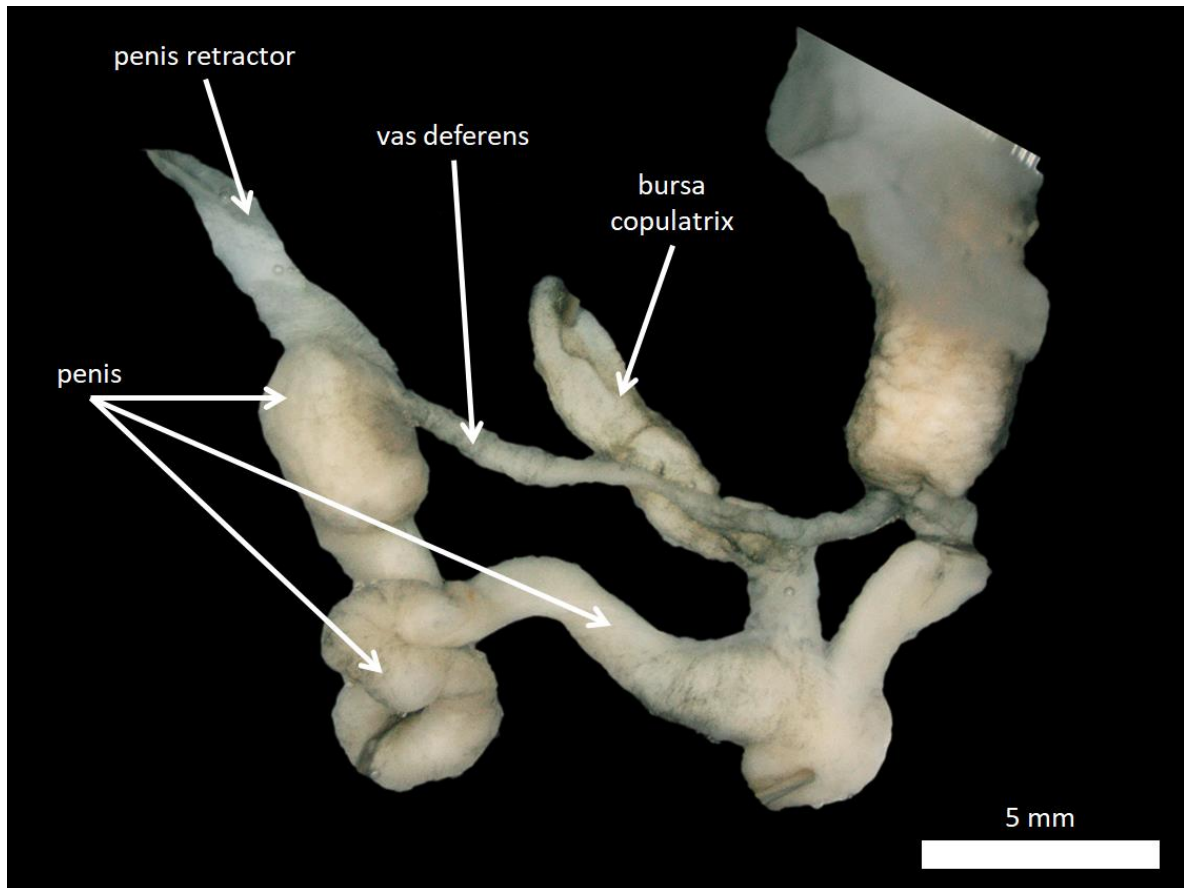
Az ivarszerveket és belső szerveket a *Lehmannia* fajokban fekete *mesenterium* borítja (4. ábra). A nemzetség határozásában fontos szerv a testfalra tapadó, hosszú, fark végéig nyúló *caecum* (4. ábra). Ivarérett egyedben a jobb szem alatt fut a hengeres, általában poszterior irányban kiszélesedő *penis* (4. ábra, 5. ábra, 6. ábra). A *penis retractor* izom, melynek feladata a pénisz visszahúzása, a test jobb oldalához rögzül (4. ábra, 5. ábra, 6. ábra). Egyes *Lehmannia* fajok péniszének végén, a retractor izom közelében egy kúp alakú, csúcsa felé elvékonyodó függelék, *appendix* található (5. ábra). Ennek anatómiája fontos faji bélyegnek számít. A *vas deferens* a *penis* és az *oviductus* között játszik összekötő szerepet (5. ábra, 6. ábra). Az *atrium* és a *bursa copulatrix* az utóbbi szerv nyelével kapcsolódik egymáshoz, alakja és arányai is fontosak a határozásban (5. ábra, 6. ábra). Az *atrium* az *oviductus* kiindulási pontja is. Ide kapcsolódik a *glandula albuminalis* (4. ábra, 5. ábra, 6. ábra). Az *oviductus* az, ahonnan a *ductus hermaphroditicus* is kiindul, ez a vezeték pedig *glandula hermaphroditica* acinusai között ér véget (4. ábra, 5. ábra, 6. ábra).



4. ábra; Konzervált, felnyitott egyed anatómiája egy *L. marginata* egyeden (MAR-09). (Ld.: 1. táblázat)



5. ábra; Általános ivarszervi anatómia egy *L. marginata* egyeden (MAR-04). (Ld.: 1. táblázat)



6. ábra; A *L. carpatica* általános ivarszervi anatómiája (CAR-05). (Ld.: 1. táblázat)

A boncolás menete

A konzervált egyedekről papírtörkövel eltávolítottam boncolás előtt az alkoholt és a nyálka maradványait. Az állatok bőrét bal oldalán, a talpszegély mentén, a fejtől a farok végéig ollóval vágtam fel (4. ábra). Ezzel a módszerrel a belső szervek, különösen a jobb oldalon elhelyezkedő ivarszervek sérülése elkerülhető. Az így felnyitott test rögzítése és preparálása 0,3 milliméter vastag minucia tűvel történt. A boncolást viaszos Petri csészében, binokuláris mikroszkóppal (Zeiss Stemi 305 sztereómikroszkóp), minden esetben víz alatt végeztem, megelőzve ezzel a szervek szabadlevegőn való összeesését. A rögzítéshez bőrbe és viaszba szúrt minucia tűket biológiai csipesszel helyeztem el. Ezután ismét fényképet készítettem a kinyitott egyedekről, így dokumentálva a belső szervek méretét és helyzetét (4. ábra). Ezt az ivarszervek kipreparálása követte. A boncolás során a disztális és proximális irányokat az ivarszervek helyzetéhez viszonyítva kell érteni.

Minden esetben törekedtem a *glandula hermaphroditica* és a *ductus hermaphroditicus* épségére, miközben az ivarszerveket feji irányban elválasztottam a többi szervtől (4. ábra,

5. ábra). Az ivarszervek kiemeléséhez a jobb szemideg elvágása szükséges, mivel a szem idegei mindkét faj esetén az ivarszervek között futnak. Az ivarnyílás körülmetésésével az ivarszervek végül eltávolíthatóak. Az ivarszerveket szintén viaszos Petri csészében, víz alatt preparáltam ki. A folyamat során úgy helyeztem el a szerveket, hogy minden szerv és a vezetékeik is jól dokumentálhatóak legyenek. A pénisz rögzítését a *penis retractor* és az ivarnyílás kitűzésével végeztem, hogy a szervet ne sértsem meg (5. ábra, 6. ábra). Az így elhelyezett ivarszervek dokumentálása szintén a már korábban említett eszközök segítségével történt.

4. Eredmények

Kutatásaim során a külső morfológiai és belső ivarszeri anatómiai jellemzőket kerestem a két hazai *Lehmannia* faj elkülönítésére. Összesen 213 példány vizsgáltam meg (115 frissen gyűjtött, 98 múzeumi példány). A külső jellegek esetében nagyfokú változatosságot tapasztaltam (7. ábra), az ezek (színváltozat, középvonal, középvonal melletti vonalak, lant) szerint szortírozott példányok mindkét fajba tartozónak bizonyultak az ivarszeri jellegek szerint. A külső, mintázatok tehát a fajok megkülönböztetésére nem, vagy csak fenntartásokkal alkalmazhatóak.

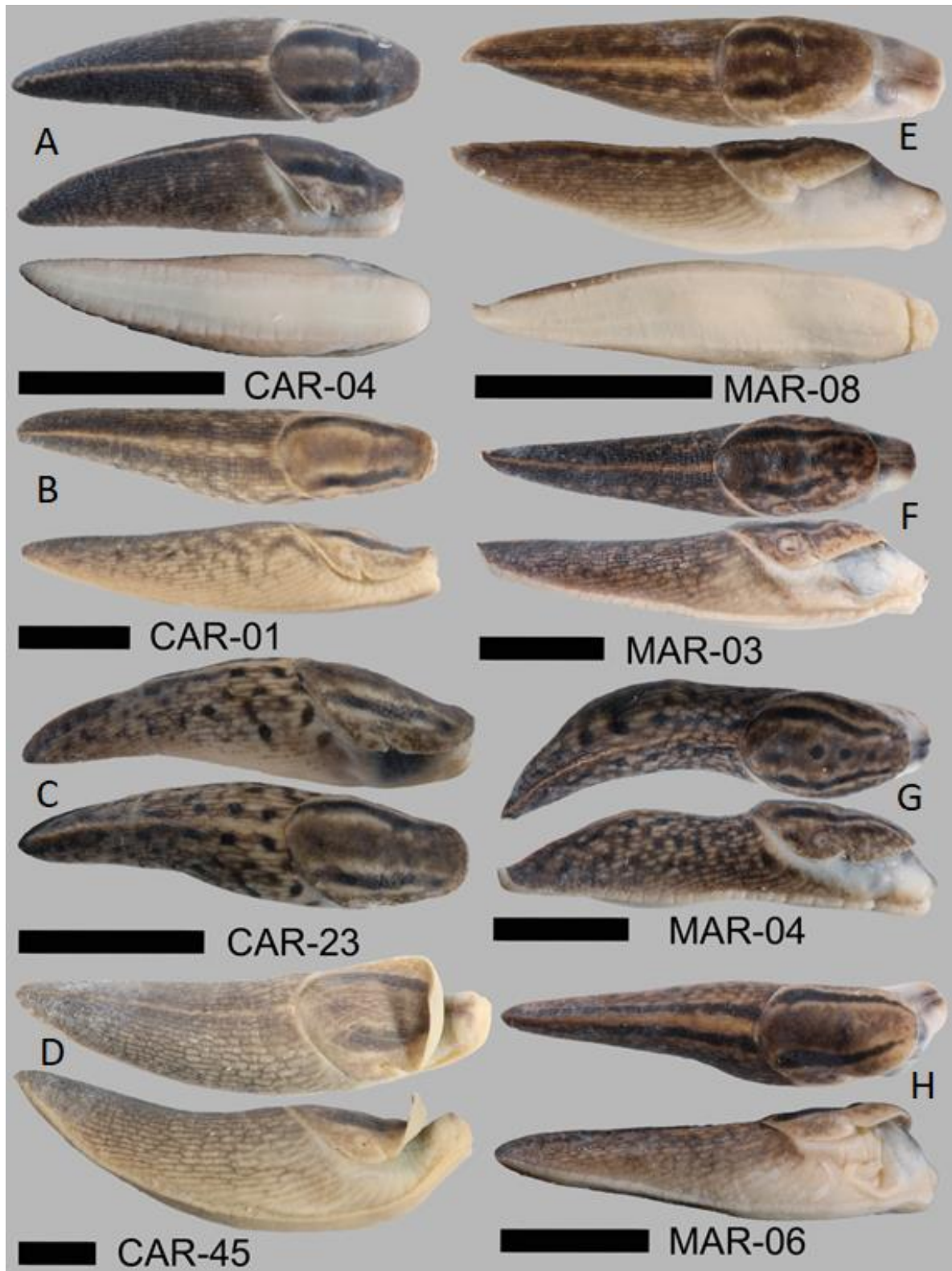
A kutatásomban szereplő egyedek koordinátáit az 1. táblázatban összesítettem. A „MAR-” azonosítóval rendelkező egyedek *L. marginata*, a „CAR-” azonosítóval rendelkező egyedek *L. carpatica* besorolást kaptak az ivarszeri morfológiájuk alapján.

1. táblázat; Az elmúlt években gyűjtött egyedek és lelőhelyeik

Azonosító	Koordináta				
CAR-01	N 47.5401°, E 18.9750°	CAR-28	N 47.5502°, E 19.5519°	MAR-11	N 48.0699°, E 20.4999°
CAR-02	N 47.9819°, E 20.4359°	CAR-29	N 47,9328°, E 19,9528°	MAR-12	N 48.0699°, E 20.4999°
CAR-03	N 47.8737°, E 20.0104°	CAR-30	N 47.8737°, E 20.0104°	MAR-13	N 48.0874°, E 20.4919°
CAR-04	N 47.8737°, E 20.0104°	CAR-31	N 47.8737°, E 20.0104°	MAR-14	N 48.0897°, E 20.5203°
CAR-05	N 47.5598°, E 18.9552°	CAR-32	N 47.9819°, E 20.4359°	MAR-15	N 48.0897°, E 20.5203°
CAR-06	N 47.9361°, E 18.9241°	CAR-33	N 47.9819°, E 20.4359°	MAR-16	N 48,1138°, E 20,5891°
CAR-07	N 47.3052°, E 17.7780°	CAR-34	N 47.9819°, E 20.4359°	MAR-17	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-08	N 47.9307°, E 18.9154°	CAR-35	N 47.9819°, E 20.4359°	MAR-18	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-09	N 47.9819°, E 20.4359°	CAR-36	N 47.9819°, E 20.4359°	MAR-19	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-10	N 47.9819°, E 20.4359°	CAR-37	N 47.9819°, E 20.4359°	MAR-20	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-11	N 47.9819°, E 20.4359°	CAR-38	N 48.0630°, E 20.6011°	MAR-21	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-12	N 47.9819°, E 20.4359°	CAR-39	N 48,1124°, E 20,5294°	MAR-22	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-13	N 47.9819°, E 20.4359°	CAR-40	N 47.5036°, E 18.9669°	MAR-23	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-14	N 47.9819°, E 20.4359°	CAR-41	N 47.9372°, E 19.9460°	MAR-24	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-15	N 47.9638°, E 20.5305°	CAR-42	N 46.2176°, E 18.3954°	MAR-25	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-16	N 47.9638°, E 20.5305°	CAR-43	N 46.2176°, E 18.3954°	MAR-26	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-17	N 47.9638°, E 20.5305°	CAR-44	N 46.2176°, E 18.3954°	MAR-27	N 46.5301°, E 16.5618°
CAR-18	N 48.0714°, E 20.4887°	CAR-45	NA	MAR-28	N 48.0630°, E 20.6011°
CAR-19	N 47.5502°, E 19.5519°	MAR-01	N 48,0931°, E 20,4720°	MAR-29	N 48.0630°, E 20.6011°
CAR-20	N 47.9169°, E 19.9199°	MAR-02	N 48,1143°, E 20,6038°	MAR-30	N 48.0630°, E 20.6011°
CAR-21	N 47.9586°, E 20.4621°	MAR-03	N 48.0961°, E 20.5027°	MAR-31	N 48.0630°, E 20.6011°
CAR-22	N 47.1768°, E 17.9334°	MAR-04	N 48.0961°, E 20.5027°	MAR-32	N 48.0630°, E 20.6011°
CAR-23	N 47.8350°, E 18.9967°	MAR-05	N 48.4261°, E 21.4406°	MAR-33	N 48.0630°, E 20.6011°
CAR-24	N 47.6469°, E 18.3278°	MAR-06	N 48.0897°, E 20.5203°	MAR-34	N 48.0630°, E 20.6011°
CAR-25	N 47.5598°, E 18.9552°	MAR-07	N 47.6702°, E 16.4616°	MAR-35	N 48.0630°, E 20.6011°
CAR-26	N 47.9115°, E 18.9372°	MAR-08	N 47.6702°, E 16.4616°		
CAR-27	N 47.9361°, E 18.9241°	MAR-09	N 48.0630°, E 20.6011°		
		MAR-10	N 48,0931°, E 20,4720°		



7. ábra; Színváltozatok bemutatása a két faj esetén párhuzamosan. Bal oldalon a *L. carpatica* egyedek, jobb oldalon a *L. maginata* egyedek mintapéldányai ez egyes színvariációkra. Egyszerű (A, E), márványozott (B, F), pöttyös (C, G), ritka (D, H). (Ld.: 1. táblázat, 2. táblázat)



8. ábra; Színváltozatok bemutatása a két faj esetén konzervált állapotban. Bal oldalon a *L. carpatice* egyedek, jobb oldalon a *L. maginata* egyedek mintapéldányai ez egyes színvariációkra. Egyszerű (A, E), márványozott (B, F), pöttyös (C, G), ritka (D, H). (Ld.: 1. táblázat, 2. táblázat)

Külső morfológiai változatosság

Az alábbi tulajdonságokat tudtam felvenni az általam vizsgált *Lehmannia* egyedeken (2. táblázat). Lehetőség szerint az élő példányokon megfigyelt tulajdonságok alapján állapítottam meg a csoportokat, ennek hiányában a konzervált egyed jellemzőit vettem figyelembe.

Az élő állatok hossza átlagosan mintegy 5,1 centiméter volt, a *L. carpatica* egyedek hossza átlagosan 4,7 centiméter, a *L. marginata* egyedek hossza pedig 6 centiméter volt. A konzervált egyedek hossza átlagosan 2,5 centiméter volt.

Az általam vizsgált *L. carpatica* és *L. marginata* egyedek színváltozatait négy csoportba soroltam: egyszerű, márványozott, pöttyös, ritka (7. ábra, 8. ábra, 2. táblázat). Egyszerű színezetűnek számoltam azokat az egyedeket, melyek bőrszigetei és az azok közti árkok is többségében azonos színűek voltak (7. ábra A és E egyed, 8. ábra A és H egyed). Ide összesen 14 *L. carpatica* és 5 *L. marginata* tartozott. Elkülönítettem egy márványozott mintázattal rendelkező csoportot is, melyek bőrszigetei jóval világosabbak voltak, mint a körülöttük lévő sötét árkok (7. ábra B és F egyed, 8. ábra B és F egyed). Ide 19 *L. carpatica* és 27 *L. marginata* egyedet soroltam. A pöttyös csoportba azokat az egyedeket tettem, amelyek testén a sávok sötét színű foltokból vagy pöttyökből álltak (7. ábra C és G egyed, 8. ábra C és G egyed). Ide 10 *L. carpatica* és 3 *L. marginata* példány került. A negyedik csoportba az egyedi színezettel rendelkező összesen 2 egyed került, 1 *L. carpatica* és 1 *L. marginata* (7. ábra D és H egyed, 8. ábra D és H egyed). Ez a csoport mindkét faj esetében egy-egy olyan állatot tartalmaz, melyek a többi csoporttól jelentősen eltértek. A CAR-45 azonosítószámmal rendelkező egyed (7. ábra D példány) a 12 centiméteres hosszával és a *Lehmannia* taxonra jellemző lant alakú minta teljes hiányával eltért minden más általam vizsgált egyedtől. A MAR-06 azonosítószámú egyed (7. ábra H példány) középvonal melletti sávjai mutattak más egyedektől eltérő variációt. A háton található világos színű középvonal 61 egyedben ért el a farok végétől a pajzsig, közülük 39 *L. carpatica* és 20 *L. marginata* egyed volt. Összesen 2 *L. carpatica* és 6 *L. marginata* példányon ez a sáv hiányzott. További 4 *L. carpatica* és 6 *L. marginata* egyedben a középvonal nem érte el a farok végét. A középvonal mellett 64 egyed rendelkezett sötét sávval, köztük 33 *L. carpatica* és 29 *L. marginata* volt. A középvonal mellett sötét színű sáv helyett pöttyökkel rendelkezett 4 egyed, 3 *L. carpatica* és 1 *L. marginata*. Összesen 25 példányon nem volt a középvonal mellett sötét sáv. A pajzson a lant alakú minta 60

egyeden volt folyamatos és 22 példányon tartalmazott pöttyöket.

Összességében minden jellegzetes színváltozat megtalálható volt mindkét faj esetén. Olyan külső morfológiai tulajdonság azonban nem fordult elő, amely kizárólag az egyik fajra volt jellemző és a másikra nem, kivéve a korábban látott CAR-45-ös és MAR-06-os egyedet (7. ábra D és H egyed, 8. ábra D és H egyed), azonban ezek a példányok teljesen egyedi színezettel rendelkeztek.

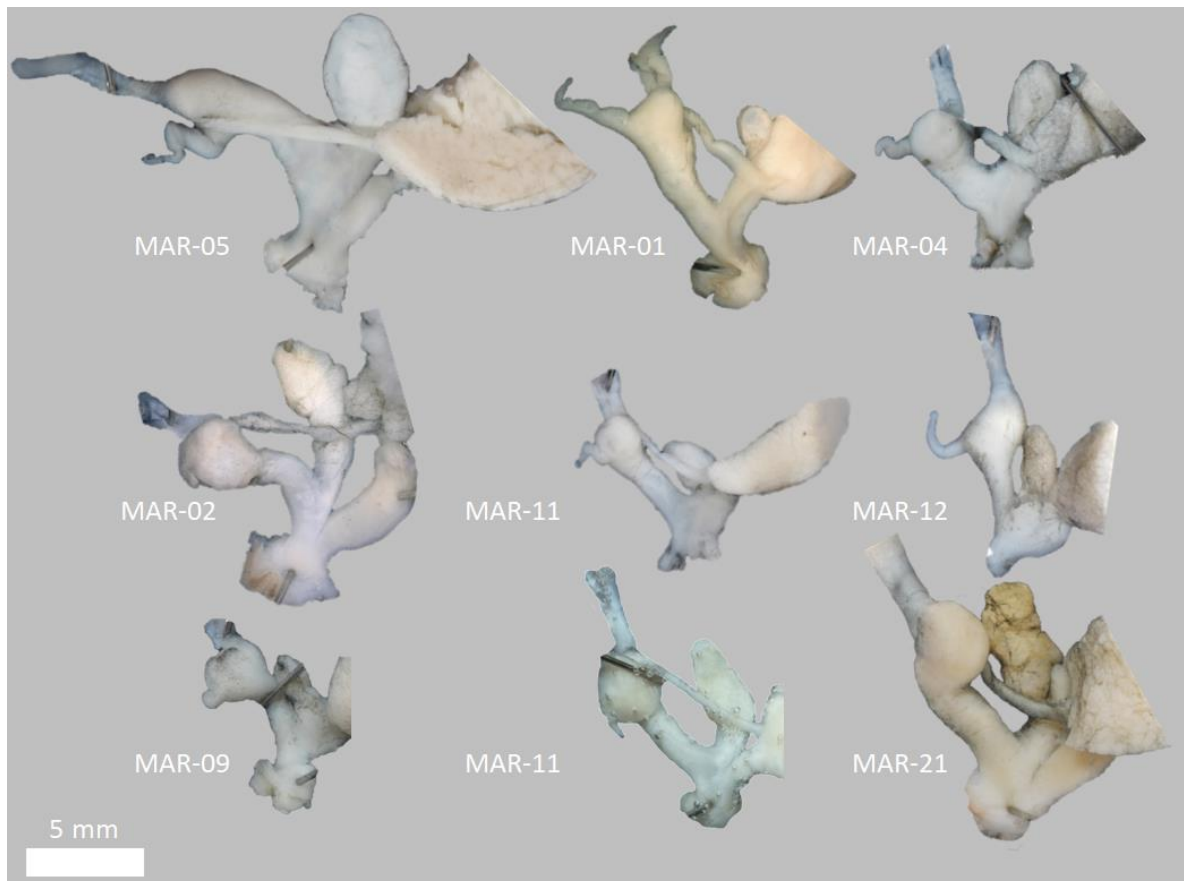
2. táblázat; Az elmúlt években gyűjtött *Lehmannia* egyedek külső morfológiai tulajdonságai

Azonosító	Élő fotó	Élő hossz	Konz. hossz	Szín	Középvonal	Középvonal mellett	Lant
CAR-07	nincs	-	1,6	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-08	nincs	-	3	egyszerű	végigér	nincs sáv	folyamatos
CAR-09	nincs	-	1,6	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-10	nincs	-	2,1	egyszerű	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-11	nincs	-	1,7	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-12	nincs	-	1,3	egyszerű	végigér	nincs sáv	folyamatos
CAR-13	nincs	-	1,6	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-14	nincs	-	2,2	pöttyös	végigér	pontok	pöttyös
CAR-15	nincs	-	2,1	márványozott	végigér	nincs sáv	folyamatos
CAR-16	nincs	-	1,8	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-17	nincs	-	1,9	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-18	nincs	-	1,5	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-19	nincs	-	3,1	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-20	nincs	-	3,2	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-21	nincs	-	1,6	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-22	van	5,8	3,2	pöttyös	végigér	pontok	pöttyös
CAR-01	van	6	3,7	márványozott	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-23	van	4,4	2,3	pöttyös	végigér	pontok	pöttyös
CAR-24	van	6,1	4	egyszerű	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-05	van	6,5	3,5	pöttyös	nem ér végig	pontok	pöttyös
CAR-25	van	NA	2,3	pöttyös	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-26	van	6,1	2,9	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-06	van	7,6	3	pöttyös	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-27	van	6	2	márványozott	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-28	van	7,3	2,7	márványozott	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-29	van	3	1,4	egyszerű	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-03	van	4	1,8	pöttyös	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-04	van	3,5	2	egyszerű	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-30	van	3	2,6	pöttyös	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-31	van	6,5	2,8	márványozott	végigér	nincs sáv	folyamatos
CAR-32	van	4	2,3	márványozott	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-02	van	3	2,1	pöttyös	végigér	sötét sáv	pöttyös
CAR-33	van	3,6	2,1	egyszerű	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-34	van	3,3	1,8	márványozott	végigér	sötét sáv	pöttyös

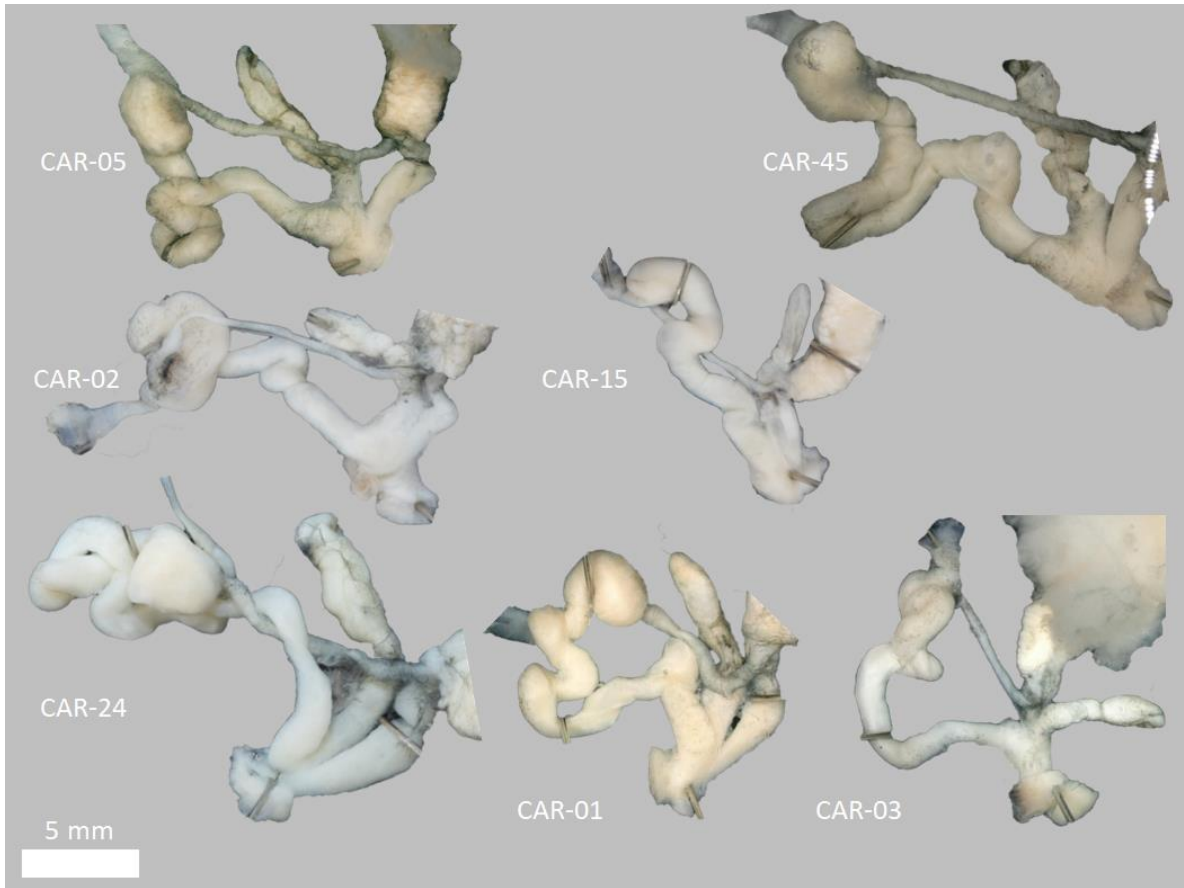
CAR-35	van	3,6	2,5	egyszerű	végigér	nincs sáv	folyamatos
CAR-36	van	2	1	egyszerű	végigér	nincs sáv	folyamatos
CAR-37	van	2,2	1,7	pöttyös	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-38	van	3,4	2,2	egyszerű	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-39	nincs	3,3	NA	egyszerű	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-40	van	3,2	2,1	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-41	van	4,5	3,2	egyszerű	nem ér végig	nincs sáv	folyamatos
CAR-42	van	5,2	2,5	egyszerű	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-43	van	4,5	2,4	egyszerű	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-44	van	2,1	2,1	egyszerű	végigér	sötét sáv	folyamatos
CAR-45	van	12	6	ritka	végigér	nincs sáv	hiányzik
MAR-01	nincs	-	2,2	egyszerű	végigér	nincs sáv	folyamatos
MAR-02	van	4,7	3	egyszerű	végigér	nincs sáv	folyamatos
MAR-03	van	7	3,7	márványozott	végigér	sötét sáv	pöttyös
MAR-04	van	6	3,2	pöttyös	végigér	sötét sáv	pöttyös
MAR-05	van	5,5	3	pöttyös	hiányzik	sötét sáv	folyamatos
MAR-06	van	4,2	2,4	ritka	hiányzik	sötét sáv	folyamatos
MAR-07	van	5	2,8	egyszerű	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-08	van	5,3	2	egyszerű	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-09	van	3	2,2	márványozott	nem ér végig	sötét sáv	folyamatos
MAR-10	nincs	-	2,8	egyszerű	végigér	nincs sáv	folyamatos
MAR-11	nincs	-	NA	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-12	nincs	-	NA	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-13	nincs	-	NA	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-14	nincs	-	1,8	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-15	nincs	-	1,9	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-16	nincs	-	1,9	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-17	van	8	3,4	márványozott	végigér	sötét sáv	pöttyös
MAR-18	van	6,4	3,8	márványozott	végigér	nincs sáv	folyamatos
MAR-19	van	7,8	3,1	pöttyös	végigér	sötét sáv	pöttyös
MAR-20	van	7,4	4,2	márványozott	végigér	nincs sáv	pöttyös
MAR-21	van	6,1	4	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-22	van	6,7	2,9	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-23	van	6,5	3,6	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-24	van	5,9	3,2	márványozott	nem ér végig	sötét sáv	folyamatos
MAR-25	van	3,9	2,7	márványozott	végigér	sötét sáv	pöttyös
MAR-26	van	5,2	3,1	márványozott	végigér	nincs sáv	folyamatos
MAR-27	van	9,6	3,9	márványozott	végigér	sötét sáv	folyamatos
MAR-28	nincs	-	1,7	márványozott	nem ér végig	sötét sáv	folyamatos
MAR-29	nincs	-	1,8	márványozott	nem ér végig	sötét sáv	folyamatos
MAR-30	nincs	-	1,8	márványozott	nem ér végig	sötét sáv	folyamatos
MAR-31	nincs	-	1,9	márványozott	nem ér végig	sötét sáv	folyamatos
MAR-32	nincs	-	1,9	márványozott	nem ér végig	sötét sáv	folyamatos
MAR-33	nincs	-	1,5	márványozott	nem ér végig	sötét sáv	folyamatos
MAR-34	nincs	-	2,1	márványozott	nem ér végig	sötét sáv	folyamatos
MAR-35	nincs	-	1,7	márványozott	nem ér végig	sötét sáv	folyamatos

Ivarszervi anatómiai változatosság

Az ivarszervek felépítése a *L. carpatica* esetén kevésbé mutattak nagy különbségeket (9. ábra). Nagy változatosságot lehetett azonban megfigyelni a *L. marginata* példányokon a pénisz és a *bursa copulatrix* arányában és az *appendix* méretében és alakjában (10. ábra). E faj esetében az ivarszervek méretét és egymáshoz képesti arányát is meghatároztam. A vizsgálatból 3 egyedet kihagytam, melyek bár meghatározhatóak voltak, az ivarszerv arányainak megállapításához nem voltak eléggé ivarérettek. Hasonló méréseket a *L. carpatica* faj egyedein nem érdemes végezni, mivel a pénisz csavarossága miatt a szervet nem lehet egységesen kifeszíteni, ezáltal objektív módszerrel vizsgálni.



9. ábra; A *L. marginata* egyedek ivarszervi változatossága. (Ld.: 1. táblázat, 3. táblázat)

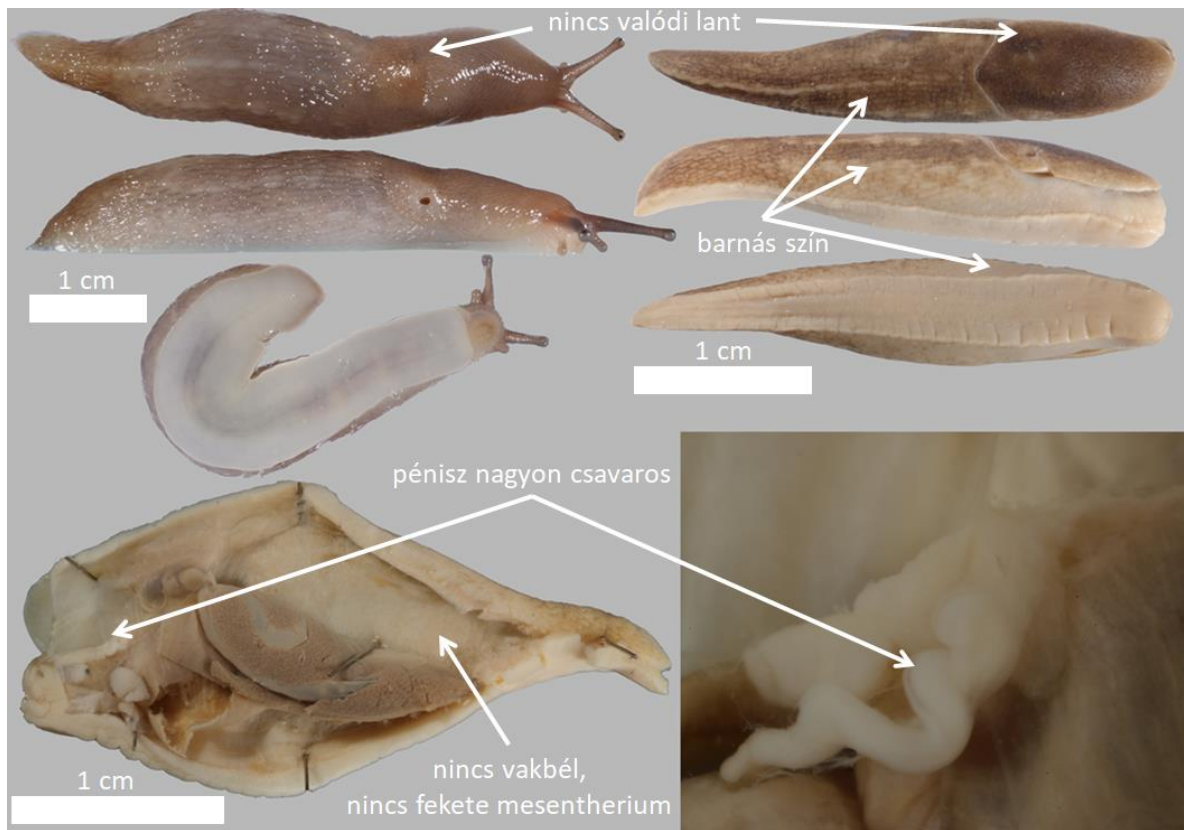


10. ábra; A *L. carpatica* egyedek ivarszervi változatossága. (Ld.: 1. táblázat, 3. táblázat)

3. táblázat; Az elmúlt években gyűjtött *L. marginata* egyedek ivarszervi tulajdonságai

Azonosító	A pénisz hosszabb-e mint a <i>bursa copulatrix</i> ?	<i>Appendix</i> (mm)	Pénisz (mm)	Pénisz és <i>appendix</i> aránya
MAR-01	hosszabb	4,9	9,3	1,9
MAR-02	hosszabb	1,1	7,5	6,6
MAR-03	rövidebb	2,8	6,6	2,4
MAR-04	rövidebb	2,7	5,1	1,9
MAR-05	hosszabb	6,9	12,3	1,8
MAR-06	hosszabb	1,8	4,6	2,6
MAR-07	hosszabb	0,8	7,9	9,6
MAR-08	azonos	1,2	6,8	5,5
MAR-09	hosszabb	1	5,2	5,4
MAR-10	hosszabb	2,7	4,9	1,8
MAR-11	hosszabb	2,2	5,6	2,6
MAR-12	hosszabb	3,1	5,3	1,7
MAR-13	juvenilis	juvenilis	juvenilis	juvenilis
MAR-14	juvenilis	juvenilis	juvenilis	juvenilis
MAR-15	hosszabb	2	5,1	2,6
MAR-16	rövidebb	1,9	5,8	3,1
MAR-17	hosszabb	0,9	9,2	10,2
MAR-18	rövidebb	2,8	8	2,9
MAR-19	rövidebb	3,7	6,3	1,7
MAR-20	azonos	1,6	10	6,4
MAR-21	hosszabb	0,2	8,6	45,4
MAR-22	rövidebb	0,8	9,7	11,8
MAR-23	hosszabb	1,9	8,5	4,5
MAR-24	rövidebb	2,3	9,5	4,1
MAR-25	hosszabb	0,9	7,1	8,1
MAR-26	rövidebb	2	6,9	3,5
MAR-27	rövidebb	1,6	9,2	5,8
MAR-28	hosszabb	1,2	5,1	4,3
MAR-29	azonos	1,3	4,1	3,1
MAR-30	juvenilis	juvenilis	juvenilis	juvenilis
MAR-31	hosszabb	1	3,5	3,5
MAR-32	hosszabb	0,7	5,3	8
MAR-33	hosszabb	1,2	6,4	5,3
MAR-34	azonos	0,9	5,3	5,8
MAR-35	azonos	1	3,5	3,5

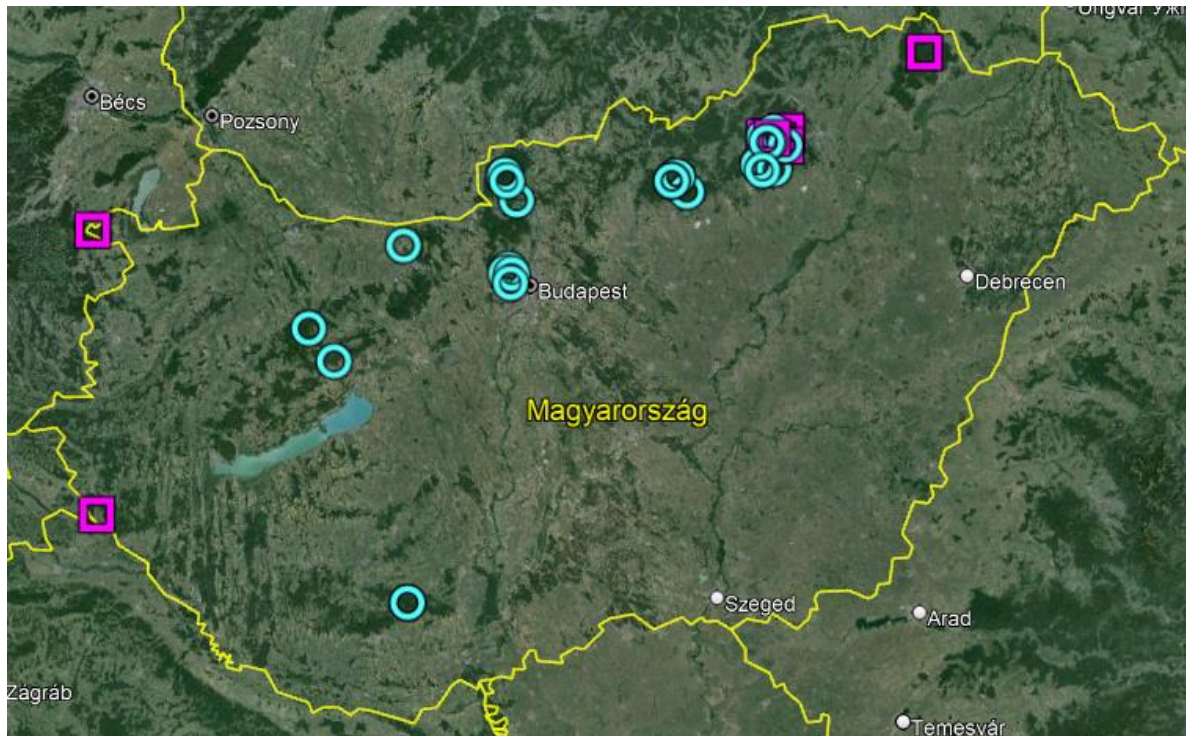
Összesen 33 egyed előzetesen, a külső jegyek alapján hibásan *Lehmannia carpatica* besorolást kapott az elmúlt években gyűjtött példányok közül. Boncolás segítségével megállapítást nyert, hogy mindegyik juvenilis *Limax cinereoniger* volt. Irodalmi adatokat alig találtam erre vonatkozólag: az élő állatok *Lehmannia* fajoktól való megkülönböztethetőségére korábban csupán néhány mondatban hívták fel a figyelmet. A *Lehmannia* fajok és a *Limax cinereoniger* juvenilis egyedeinek elkülönítésére vonatkozó irodalomhoz képest új különbségeket is találtam az általam vizsgált magyarországi populációkra vonatkozóan. Nem említik, azonban a hazai populációkban előfordult olyan *Limax cinereoniger* egyed is, amely rendelkezik a *Lehmannia* fajokéhoz hasonló lant alakú mintával. A juvenilis *Limax cinereoniger* egyedek mintázata tartósítás után barnássá, világosabbá vált, a *Lehmannia* egyedek rajzolatai pedig sötétebbek, hangsúlyosabbak lettek (11. ábra). A konzervált juvenilis *Limax cinereoniger* egyedek szintén gyakran barnás színezetűek, ez igaz az alapszínükre és a mintázataikra is. A *Limax cinereoniger* példányok nyálkája már juvenilis korban is ragacosabb, kevésbé vízszerű, mint a *Lehmannia* egyedeké. Az élő *Limax cinereoniger* teste tapintásra tömörebbnek és izmosabbnak érződik, a *Lehmannia* egyedek általában puhább érzetet keltenek. A *Limax cinereoniger* egyedek konzerválása alkoholban feltehetőleg az eltérő nyálkájuk és vastagabb bőrük miatt tovább tart. Az ivarszervi felépítésben is eltérést találtam. A *Limax cinereoniger* egyedek pénisze már juvenilis korban is hosszú és csavaros. Ez remekül megfigyelhető olyan egyedeken is, amelyek még nem rendelkeznek kifejlett hímnős miriggyel. A hasonló fejlettségű *L. carpatica* egyedek pénisze határozottan rövidebb, ha egyáltalán már kifejlődött, és később kezd el csak csavarodni. Tapasztalataim szerint a *Lehmannia* egyedek még nem rendelkeznek a faji elkülönítéshez szükséges ivarszervi fejlettséggel olyan juvenilis korban, amikor még nem található meg a hímnős mirigy.



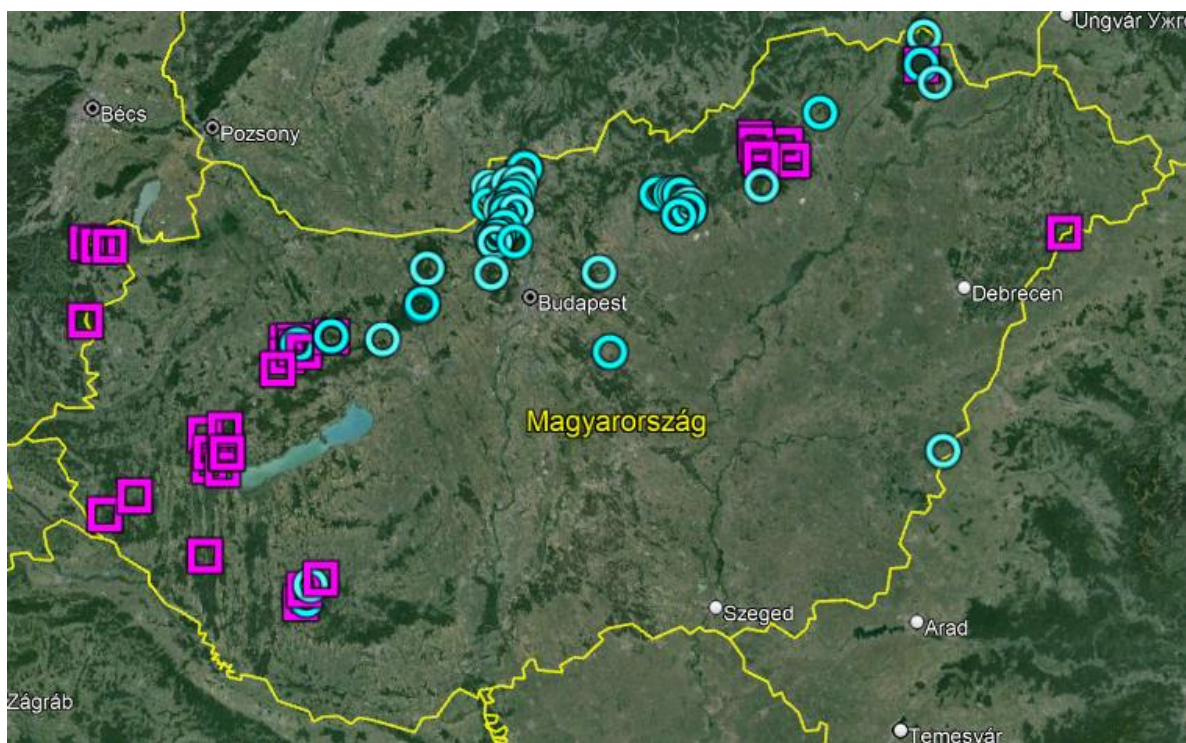
11. ábra; A juvenilis *Limax cinereoniger* legfontosabb tulajdonságai.

A hazai *Lehmannia* fajok elterjedése

Az elmúlt években gyűjtött egyedek koordinátáit a boncolással történő határozás után térképen jelöltem meg (12. ábra). Ezáltal az általam feldolgozott példányok elterjedése összehasonlíthatóvá vált a korábbi adatokkal (13. ábra). Ezen egyedek elterjedése megfelel a korábbi irodalmi adatoknak. Emellett egy új, korábban irodalomban nem szereplő lelőhelyről is gyűjtöttem példányt. A Mecsekben korábban nem állt rendelkezésre adat, a hegységből összesen 1 juvenilis *Lehmannia* és 2 *L. carpatica* egyedet gyűjtöttem.



12. ábra; Az elmúlt években gyűjtött *Lehmannia* egyedek elterjedése. A *L. carpatica* egyedek kék körrel, a *L. marginata* egyedek magenta négyzettel vannak jelölve. (Ld.: 1. táblázat)



13. ábra; A két hazai *Lehmannia* faj elterjedése Pintér & Suara (2004) és Fehér & Gubányi (2001) térképkötetei alapján. A *L. carpatica* egyedek kék körrel, a *L. marginata* egyedek magenta négyzettel vannak jelölve.

5. Diszkusszió

A taxonómia központi kihívása, hogy a fajokat könnyen meg lehessen különböztetni egymástól, különös tekintettel az azonosítható jellemzőkre. Azonban egyes csoportok esetében hiányoznak a jól megfigyelhető külső morfológiai jegyek, és helyettük bonyolultan vizsgálható tulajdonságok állnak rendelkezésre, mint például az ivarszervi felépítés.

Külső morfológiai változatosság

Nem mondható el, hogy egy populáción belül csak bizonyos színváltozatok fordultak elő bármely faj esetén, bár a kutatás alapján nem zárható ki az ilyen populációk létezése. Gyakran talákoztam olyan egyedekkel, melyek azonos fajba tartoztak, azonos helyről származtak, de külső megjelenésük, színezetük teljesen eltérő volt, ivarszervi felépítésük viszont szinte teljesen megegyezett (14. ábra, 15. ábra). Ez azért fontos, mivel Horsák és mtsai. leírása alapján Csehországban és Szlovákiában a két faj egymástól a külső alapján a legtöbb esetben jól elkülöníthető, mivel hasonló színváltozat az ottani populációkban csak ritkán fordul elő. Az cseh és szlovák *L. carpatica* populációk egyedei leggyakrabban pöttyösek, és nem gyakori ez a színezet a *L. marginata* esetében [14]. Sötét, melanisztikus egyedek, mely a szakirodalom szerint magasabb tengerszint feletti magasságnál fordul elő, például a Pirin-hegységben és a Rila-hegység vonulatai közt, szintén nem találtam [14, 17]. A külső változatosság a hazai populációkban rendkívül nagy volt. Ilyen részletességgel még a fényképekkel rendelkező szakirodalomban sem mutatják be ezt a rendkívüli varianciát. Rowson és mtsai. kiadványa [14] rendelkezik jelenleg a legtöbb ábrával a meztelencsigák külső változatosságának bemutatására, azonban Nagy-Britanniában és Írországból nem fordul elő mindkét hazai *Lehmannia* faj. A *L. marginata* bár megtalálható a térségben, a könyvben szereplő ábrákon olyan változatok láthatóak, amelyek nálunk egyáltalán nem fordultak elő [29].



14. ábra; Azonos lelőhelyen előforduló külső és belső változatosság a *L. marginata* példáján (MAR-03 és MAR-04).
Lelőhely: Bükk, Lillafüred (Ld.: 1. táblázat, 3. táblázat)

Az irodalomnak megfelelően valóban a *L. marginata* egyedek testhossza volt átlagosan nagyobb a *L. carpatica* egyedek hosszához képest [14, 15]. Azonban az irodalomban megjelenő maximális 5 centiméteres hosszhoz képest 6–12 centiméteres *L. carpatica* egyedek is előfordultak az országban. Bár Grossu az egyetlen, akinek a leírásai alapján az *L. carpatica* a hosszabb testméretű faj [24], egy vizsgált egyed (CAR-45) az általa feljegyzett maximum 8 centimétert is bőven meghaladta kb. 12 centiméteres testméretével.

Wiktor, akinek írásait a mai napig érvényesnek tartják, röviden megjegyezte, hogy a *Lehmannia* fajok határozása csupán színezet alapján mindig bizonytalan [13]. Azonban ezt korábban semmilyen bizonyítékkal, ábrával nem támasztották alá. Tehát a kutatásom alapján elmondható, magyarországi *Lehmannia* fajok meghatározása csupán a külső bélyegek segítségével nem megbízható.

Ismert, hogy egyes meztelencsiga fajokban előfordulnak egymástól morfológiailag eltérő populációk. Ilyen például más populációkhoz képest különböző színváltozat vagy ivarszervi struktúra megléte [13, 14]. Ezért vizsgáltam, hogy hazánkban előfordulnak-e különböző, kifejezetten egy-egy területre jellegzetes variációk.

Gyakran találok olyan egyedekkel, melyek bár azonos lelőhelyről származtak, megjelenésük lényegesen eltért egymástól. Jó példa erre a két lillafüredi egyed (14. ábra). Az egyik példány (MAR-03) pöttyös, a másik (MAR-04) márványozott. Azonban ez az

egyedpár kiemelkedő, mivel külső lényeges különbségeik ellenére ivarszervi anatómiájuk szinte teljesen megegyezik. A péniszükön található *appendix* és a pénisz méretének aránya nagyjából megegyezik, a pénisz és a *bursa copulatrix* alakja és ezek egymáshoz viszonyított aránya azonos. Hasonlóan, a *L. carpatica* esetében is meg lehet figyelni az azonos lelőhelyről származó egyedek külső sokféleségét. Jó példák erre a Felsőtárkányból származó egyedek (15. ábra). Ezek az állatokon nagy különbségek vannak nem csak a színezet típusában, de a pajzson található lant alakú minta felépítésében is. Ez a CAR-02-es és a CAR-34-es egyed esetében pöttyös, míg a másik két állaton egybefüggő, sőt, a CAR-35-ös egyeden kifejezetten halvány. A felsőtárkányi a populációban is hasonlított az állatok ivarszervi felépítése egymáséhoz, azonban ez elmondható volt az általam vizsgált *L. carpatica* egyedekről általánosságban, hiszen e faj általam vizsgált egyedei nem mutattak ebből a szempontból nagy változatosságot. Azonban akadt egyetlen olyan populáció, ahonnan nagy számban kerültek elő egymáshoz igen hasonló egyedek. A Tornyiszentmiklóson gyűjtött 11 példány mindegyike nagyon világos alapszínnel rendelkezett (14. ábra). Az itt talált egyedek világos bőrszigetei közt igen sötét színű és kifejezetten vékony vonalakkal kiemelt ívek húzódtak (16. ábra). A pajzson található lant alakú minta ezen egyedeken szabálytalan szélekkel rendelkezett, benne egyes esetekben szintén szabálytalan pöttyökkel, foltokkal, ahogy az a MAR-19-es egyeden megfigyelhető. Ebben a populációban az ivarszervi változatosság azonban nagy volt (3. táblázat). A pénisz hossza 6,3-10 milliméter, az *appendix* hossza 0,2-3,7 milliméter között mozgott (16. ábra). Tornyiszentmiklóson volt az egyetlen olyan populáció, ahol előfordultak más populációk egyedein megfigyeltektől eltérő tulajdonságok, amely ráadásul máshonnan származó példányokra nem volt jellemző. Ezek alapján tehát elmondható, hogy létezik adott területre jellemző tulajdonság, de mindkét hazai faj esetében a széleskörű külső morfológiai változatosság az általános.



15. ábra; Azonos lelőhelyen előforduló külső és belső változatosság a *L. carpatica* példáján.
Lelőhely: Bükk, Felsőtárkány (Ld.: 1. táblázat, 3. táblázat)



16. ábra; Azonos lelőhelyen előforduló külső és belső változatosság a *L. marginata* példáján.
Lelőhely: Tornyiszentmiklós (Ld.: 1. táblázat, 3. táblázat)

A gerinctelen fajok között gyakran fordulnak elő olyan taxonok, melyek külső morfológia alapján nehezen, vagy egyáltalán nem megkülönböztethetőek [30]. Meztelencsigák esetében jó példa erre az *Arion fuscus* s.l. fajkomplexum. Ide ma három fajt sorolnak, ezek pedig az *Arion fuscus* (O.F. Müller, 1774), az *Arion subfuscus* (Draparnaud, 1805) és az *Arion transsylvanus* Simroth, 1885. A hazai *Lehmannia* fajokkal ellentétben ezek a taxonok nem csupán külső a morfológia, de az ivarszerv felépítése alapján sem megkülönböztethetőek egymástól, azaz kriptikus fajok. A fajok elválasztása e fajkomplexum esetében csak molekuláris vizsgálatok segítségével lehetséges [31, 32]. Egy másik fajkomplexum, az *Arion hortensis* s.l. fajtái, az *Arion hortensis* A. Férussac, 1819, az *Arion distinctus* Mabilie, 1868, és az *Arion owenii* S. M. Davies, 1979 ezzel szemben ivarszervi morfológia alapján elkülöníthetőek egymástól [33]. A kutatásom során történt DNS vizsgálat a hazai *Lehmannia* fajok esetében megerősítette az ivarszervi morfológia alapján végzett azonosítást, azaz ezek a fajok hasonlítanak az *Arion hortensis* s.l. fajkomplexum esetén látottakhoz.

Ivarszervi anatómiai változatosság

A belső szervek általános felépítése megegyezett az irodalomban leírtakkal. Azonban a Wiktor által leírt pigmentáltságot nem figyeltem meg egyetlen egyed esetében sem a vakbélben [15]. Grossu állítása, mely szerint a *L. marginata* egy olyan faj, amelynek ivarszervei mindig állandóak és arányosak, nem volt igaz a magyarországi egyedekre, mivel a péniszen található *appendix* formája és mérete jelentősen variált [34]. Forcart ugyanakkor felhívta a figyelmet arra, hogy Grossu és Lupu egyes korai leírásai hibásak lehetnek [35]. Ez lehet a magyarázata annak, hogy az általuk leírtak sokszor ellentmondtak más irodalmi adatoknak, megfigyeléseknek.

A szakirodalomban látható ivarszervi anatómiai változatosság jellemző volt a hazai *L. marginata* egyedekre is [24]. A közel henger alakú pénisz minden esetben valóban rövid volt, nem bizonyult nagynak [15, 18, 22, 24]. Az *appendix* formája megfelelt a szakirodalomban olvashatónak, esetenként igen apró, más példányokban egészen hosszúkás függelékként nyilvánult meg [13, 24]. A magyarországi populációk egyes egyedeiben a *bursa copulatrix* rövidebb volt a pénisznél, a szakirodalom szerint viszont inkább a pénisz hosszával megegyező, vagy annál hosszabb ez a szerv [13, 14, 22]. Grossu állítása, mely szerint a *vas deferens* viszonylag rövid, minden általam vizsgált egyedre igaznak bizonyult [13, 24]. A *glandula hermaphroditica* elhelyezkedése, mérete és színe is változatos volt [22]. A *glandula albuminalis* és az *oviductus* megjelenése is megfelelt a szakirodalomban leírtaknak [15, 22].

A *L. carpatica* péniszének alakja nem mutatott nagymértékű változatosságot, a sokféleség leginkább a csavarodás mértékében, eloszlásában nyilvánult meg. Wiktor megjegyezte, hogy egy általa tanulmányozott lengyelországi populáció esetében a pénisz poszterior, „feji” részén előfordulhat egy apró duzzanat, csomó, azonban a függelék, *appendix*, ami a *L. marginata* esetén jelen van, ennél a fajnál hiányzik [17]. Bár az irodalomban több helyen lehet olyan ábrázolást találni, amelyen a *bursa copulatrix* alakja erősen kiszélesedő, ez nem volt jellemző a hazai populációkra. Ehelyett minden esetben körülbelül egységesen azonos szélességű volt a szerv minden *L. carpatica* példány esetén. A *vas deferens* a szakirodalomnak megfelelően rövid volt a vizsgált egyedekben, egyes állatokban valóban felcsavarodott rá a pénisz. Erre a fajra is jellemző volt, hogy a *glandula hermaphroditica* és az *oviductus* megjelenése megegyezett a korábbi leírásokban olvashatókkal [17, 24].

A Magyar Természettudományi Múzeum Állattárának és a gyöngyösi Mátra Múzeum gyűjteményének összesen 98 *Lehmannia* fajba tartozónak jelölt egyedén végeztem ellenőrző boncolást. A gyöngyösi Mátra Múzeum összesen 76 ellenőrzött egyede közül 19 esetben volt hibás a korábbi fajsztintű identifikáció. Ebből 12 állat *Deroceras agreste* (Linnaeus, 1758) egyed volt, mely faj nem a Limacidae, hanem az Agriolimacidae családba tartozik. Bár e faj esetén megfigyelhető a pénisz felületén egy mirigy, mely a *L. marginata* egyedek *appendix* felépítéséhez kissé hasonló, elkülönítésük a pénisz alakja alapján egyértelmű. A szerv két felfűjt, kerekded részre tagolódik a *Deroceras agreste* példányokban [13]. Fontos különbség még, hogy a *Lehmannia* fajoknál megfigyelhető farokig végighúzódó *caecum* nem volt jelen ezeknél a múzeumi egyedeknél. Ezen felül ezeken a példányokon semmilyen mintázat nem fordult elő, ami szintén nem volt jellemző még a rosszabb állapotú múzeumi *Lehmannia* példányokra sem. A *Deroceras agreste* egyedek azonban általában egyszínűek [14, 13]. Bizonyos esetekben boncolás után is hibásan történt a határozás. A múzeumi példányok közt összesen 7 olyan egyedet találtam, amelyek már korábban felnyitásra kerültek, de a címkével ellentétben nem *L. marginata*, hanem egyértelműen hosszú, csavaros pénisszel rendelkező *L. carpatica* egyedek voltak. A hibás boncolást a csoportra vonatkozó ismeretek hiányán kívül az okozhatta, hogy az egy üvegben található egyedek közül csupán 1-1 példány került felboncolásra. Ezekben az esetekben a felnyitott állat határozása helyes volt, azonban az üvegben található példányok között előfordult a másik fajból is egyed. A Mátra Múzeum gyűjteményének egyes egyedeit a Magyar Természettudományi Múzeum példányaihoz képest többször határozták rosszul. Hazánk múzeumi meztelencsiga anyagának rendbetétele Wiktor 1982-es látogatásának köszönhető, ugyanis munkája során a hazai anyag jelentős részét saját maga is feldolgozta, azonban a ma a gyöngyösi Mátra Múzeum gyűjteményébe tartozó példányokat nem vizsgálta. Az általa ellenőrzött egyedek közül csupán egyetlen egyed határozása volt helytelen. Ennek oka, hogy a *L. marginata* feliratú üveg két egyedet tartalmazott, melyek közül csupán az egyiket boncolta fel, a másik, általam felnyitott egyed pedig *L. carpatica* volt. Wiktor leírása szerint a két hazai faj közül csupán az egyik, a *L. carpatica* volt korábban helyesen határozva az ő Magyarországon eltöltött ideje előtt [8]. Ezt a kutatásom alátámasztotta, hiszen a legtöbb korábban hibásan határozott egyed *L. marginata* fajnévvel szerepelt a gyűjteményekben.

A boncolások során vált egyértelművé a kifejlett *Lehmannia* egyedek és a juvenilis *L. cinereoniger* egyedek közt néhány különbség, melyre a szakirodalom csak igen röviden hívja fel a figyelmet. A *Lehmannia* fajokra jellemző, lant alakú minta a pajzson kifejezett, jól körülhatárolható, sötét színű. A *L. cinereoniger* egyedek esetén ez a minta elmosottabb, kevésbé hangsúlyos, nem alkot egy összefüggő alakzatot vagy teljesen hiányzik. Egyetlen olyan *Lehmannia* példányt vizsgáltam, amely lant alakú mintája gyakorlatilag hiányzott. Azonban ez az egyed más tulajdonságaiban is különbözött más *Lehmannia* egyedektől. Nagyobb méret és világosabb szín jellemezte a többi *Lehmannia* példányhoz képest. A juvenilis *Limax cinereoniger* egyedek felülnézetből rendelkeznek két sötétebb, folyamatos, laterális sávval is, melyek hiányoznak a *Lehmannia* fajokról. Ezt Wiktor elmosódott oldalsó sávként definiálta [13]. Azonban tapasztalataim szerint ez a két oldalsó sáv sok esetben jól elkülönült, éles határokkal rendelkező juvenilis *Limax cinereoniger* egyedeken. A két sötét sáv között, a hát középvonalán egy világosabb sáv következett, ez a hát középvonala. Ez megtalálható sok esetben a *Lehmannia* fajok egyedein és a juvenilis *Limax cinereoniger* példányokon is, emiatt a Horskák és mtsai. (2013) által leírtakkal ellentétben, a hazai populációkban ez nem segít a határozásban [14]. A *Lehmannia* egyedeknél is előfordult, hogy a középvonal nem ért el a pajzsig és a *Limax cinereoniger* egyedek közt is volt, amelyek középvonala az egész testen végighúzódott. A színezetbeli különbségek az általam vizsgált fajok konzervált egyedein is jól megfigyelhetők, sőt, a konzerválás során nő a test mintázatainak kontrasztja, és a pigmentáltság könnyebben megfigyelhető. Ez igaz a pajzson található lant alakú mintázatra és a testen laterálisan futó sötét sávokra is. Oldalnézetből vizsgálva szakirodalomnak megfelelően a *Limax cinereoniger* egyedeken már juvenilis koruktól meg lehet figyelni egy kiemelkedést a hát mediális vonalának farki részén, a tarajt. Ezen fut végig a középvonal. Azonban a taraj nem minden egyed esetén volt megfelelően markáns az egyértelmű megkülönböztetéshez. A *Lehmannia* fajok bár rendelkeznek tarajjal, ennek kiemelkedése csak a farok végén látható. A mediális vonal viszont a hát teljes hosszán látható a legtöbb példányon [14, 19]. Az élő állatokon megfigyelhető volt az irodalomnak megfelelően a bőrszigetek közti különbség is, hogy a *Limax cinereoniger* esetén a bőrszigetek mélyek, kifejezettebbek [14]. A bőr a konzerválás során erősen összehúzódik, a *Limax cinereoniger* példányokon jobban ráfeszül a testre, könnyebb a vizsgálatok során nem szándékosan elszakítani. Összességében tehát a megfelelő külső morfológiai bélyegek ismeretével a juvenilis *Limax cinereoniger* egyedek megkülönböztethetők a hazai *Lehmannia* fajoktól. Kérdéses esetben azonban a boncolás során a *caecum* meglétének ellenőrzésével történhet meg a besorolás.

A hazai *Lehmannia* fajok elterjedése

Morfológiai tulajdonságai alapján feltételezhető volt hazánkban a *Lehmannia medioflagellata* Lupu, 1968, jelenléte, mivel ez a faj is rövid pénisszel rendelkezik, melyen egy *appendix* található, hasonlóan a *L. marginata* esetében látottakhoz [15, 36]. Azonban az *appendix* a *L. medioflagellata* esetében nem a pénisz végén, hanem annak közepén helyezkedik el [36]. Ilyen ivarszervi felépítést a kutatásom során nem találtam. Fontos megjegyezni, hogy ez a faj jelenlegi ismereteink szerint csupán az Erdélyi-középhegységben fordul elő és eredeti leírásán kívül alig rendelkezünk róla ismeretekkel [15, 36]. A *Lehmannia jaroslaviae* Grossu, 1967 egy szintén csupán Romániában és Moldovában előforduló faj, amelynek bár pénisze hosszú és csavaros, ezen található egy *appendix* [13, 15, 27]. Az erre a fajra jellemző pénisz, mely csavaros és rajta *appendix* található, nem fordult elő az általam feldolgozott példányokban. A *Lehmannia horezia* Grossu & Lupu, 1962 faj az előzőekhez hasonlóan Romániában és Bulgáriában fordul elő, nagyon rövid *vas deferens*, hosszú *appendix* és a pénisznél jóval hosszabb *bursa copulatrix* jellemzi [17, 22]. Ehhez hasonló egyedet sem találtam vizsgálataim során. Hazánkban való előfordulását vártuk a *Lehmannia macroflagellata* Grossu & Lupu, 1962 fajnak, mely jelenlegi ismereteink szerint kifejezetten a Kárpátok vonulatai közt él, legalább 700 méteres tengerszint feletti magasságnál [15, 18]. A faj *L. medioflagellata* és *L. marginata* esetében látottakhoz hasonlóan szintén rendelkezik a rövid péniszen egy *appendix*-szel [14, 15]. Bár találtam olyan egyedet, mely péniszén hosszú *appendix* volt, a *L. macroflagellata* fajra jellemző, péniszhez képest nagy *appendix* egyetlen egyedre sem volt jellemző.

A *L. marginata* földrajzi elterjedése igen széles, szinte az egész palearktikus faunartartomány európai részén megtalálható, de antropogén környezetben ritkán fordul elő [18, 19]. A faj Európában sok helyen él nagy tengerszint feletti magasságokban, szubalpin területeken, alacsonyabb hegyekben és síkságokon is, de az alföldeken ritka [17, 22, 24]. Csehországban, Szlovákiában és Romániában igen gyakori [14, 24]. A délebbi elhelyezkedésű európai térségekből, például Bulgáriából hiányzik [16, 17, 37]. A korábbi elterjedési adatok alapján elmondható, hogy a *L. marginata* hazánkban a Bükk vonulatain kívül leginkább hazánk nyugati, azaz dunántúli területein fordul elő.

A *L. carpatica* egy európai elterjedésű faj, egyedei a Kárpátok teljes vonulata mentén előfordulnak és akár 2700 méteres tengerszint feletti magasságban is megtalálhatóak [20, 38]. Wiktor & Likharev megjegyezte, hogy elterjedése nem teljesen tisztázott, mivel a faj nincs minden esetben megfelelően határozva [15]. Lengyelországban, Romániában és Bulgáriában is előfordul, alapvetően a Kárpátokban, a Balkán-hegységben és az ezekhez közeli hegységekben él. Feltehetőleg a Balkánon, Közép- és Kelet-Európában őshonos, de például délebben, Horvátországban jelenlétét még nem jelezték. A faj az ország északi részében fordul elő az irodalmi adatok alapján. Ennek a leírásnak ellentmondó múzeumi adat a Zselickisfalud közeléből és a Kaposvár mellől származó két példány volt. Az előbbi egyedet ellenőriztem, a boncolás során bebizonyosodott róla, hogy valóban a *L. carpatica* fajba tartozik. Emellett saját gyűjtéseim során ellátogattam a Mecsekbe, ahonnan korábban egyik fajt sem írták le. Az innen származó két egyed szintén *L. carpatica* volt. Tehát az eredményeim alapján a *L. carpatica* valóban nem kizárólag kárpáti elterjedésű faj.

A magyarországi meztelencsigák kutatása még messze nem ért véget, pontos számukról máig nem létezik friss publikáció. Szakdolgozatomban a *Lehmannia* fajok külső morfológiai és belső anatómiai tulajdonságait hasonlítottam össze. Az ilyen típusú és részletességű taxonómiai munka ma egyedülállónak számít a meztelencsigákat tekintve. Remélem, eredményeim mintát adhatnak további, hasonló kutatások számára.

6. Összefoglalás

Kutatásom célja a hazai *Lehmannia* fajok vizsgálata, elterjedésük, sokféleségük bemutatása volt. Ennek során feltártam a két hazai faj, a *L. marginata* és a *L. carpatica* egyedeinek külső és belső morfológiai változatosságát. A HUN-REN ATK Növényvédelmi Intézet közelmúltban gyűjtött *Lehmannia* egyedei mellett saját gyűjtésem példányait is elemeztem. A fajszerű határozás az irodalomnak megfelelően, minden esetben boncolás segítségével, az ivarszervi anatómia megismerésével történt. A boncolást megelőzően élő és konzervált állapotban is, majd boncolás után is fényképekkel dokumentáltam az állatok külső és belső morfológiai tulajdonságait. Készítettem egy karaktertáblázatot, mely segítségével összehasonlíthatóvá váltak a két faj legfontosabb morfológiai tulajdonságai. Az elmúlt években összegyűjtött állatok mellett a Magyar Természettudományi Múzeum és a gyöngyösi Mátra Múzeum példányait is tanulmányoztam. Vizsgálataim során bebizonyítottam, hogy a két fajt korábban egyes esetekben valóban hibásan határozták, keverték egymással és más fajokkal is. Ennek oka az irodalom hiányos ismerete mellett az is lehetett, hogy az átfedő elterjedési területeken talált egyedeknek csupán csak egy részét boncolták fel. Továbbá világossá vált, hogy a két faj külső morfológiai változatossága igen nagy, emiatt a hazai populációk egyedeinek meghatározásához valóban szükség van boncolásra. Azaz a határozás a külső morfológiai tulajdonságok alapján a magyarországi populációkat tekintve minden esetben bizonytalan. A korábban a szakirodalomban kevésbé kifejtett leírásokat, melyek szerint a *Lehmannia* fajokat, különös tekintettel csavaros péniszze miatt a *L. carpatica* fajra, össze lehet téveszteni a *Limax cinereoniger* juvenilis egyedeivel, igaznak találtam. Az irodalomban említett különbségek mellett megfigyeltem olyan jellegzetességeket is, amelyek korábbi leírásokban nem szerepeltek, ezzel könnyebbé téve a fajok terepi körülmények közötti megkülönböztetését.

7. Irodalomjegyzék

1. Barker GM (2002) Molluscs as Crop Pests. CABI Publishing, Wallingford, UK
2. South A (1992) Terrestrial Slugs: Biology, ecology and control. Chapman & Hall, London
3. Soloneski S (2012) Integrated Pest Management and Pest Control: Current and Future Tactics. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/1383>.
4. Barker G (2001) The biology of terrestrial Molluscs New York: CABI Publishing. Gastropods On Land: Phylogeny, Diversity and Adaptive Morphology <https://doi.org/10.1079/9780851993188.0001>
5. Bonkowski M, Kappes H (2018) Niche partitioning and indication of ontogenetic niche shifts in forest slugs according to stable isotopes. Journal of Molluscan Studies 84:111–112. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyx042>
6. Theenhaus A, Scheu S (1996) The influence of slug (*Arion rufus*) mucus and cast material addition on microbial biomass, respiration, and nutrient cycling in beech leaf litter. Biology and Fertility of Soils 23:80–85. <https://doi.org/10.1007/BF00335822>
7. Turóci Á, Hutchinson J, Schlitt B, Reise H, Rapala M, Páll-Gergely B (2023) Five new introduced terrestrial slugs in Hungary. BioInvasions Records 12:711–729. <https://doi.org/10.3391/bir.2023.12.3.08>
8. Wiktor A, Szigethy AS (1982) The distribution of slugs in Hungary (Gastropoda: Pulmonata) - A házatlan csigák magyarországi elterjedése (Gastropoda: Pulmonata). Soosiana 10–11:87–111
9. Pintér L, Suara R (2004) Magyarországi puhatestűek katalógusa: hazai malakológusok gyűjtései alapján. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest
10. Gubányi A, Fehér Z (2001) The Distribution of Hungarian Molluscs - The Catalogue of the Mollusca Collection of the Hungarian Natural History Museum
11. Turóci Á, Rapala M, Páll-Gergely B (2023) Non-indigenous slug species in the Hungarian fauna. Növényvédelem 84:9
12. Molluscabase - *Lehmannia* Heynemann, 1863. <https://www.molluscabase.org/aphia.php?p=taxdetails&id=818343>. Accessed 22 Nov 2023
13. Wiktor A (1996) The slugs of the former Yugoslavia (Gastropoda terrestria nuda - Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae). Annales Zoologici 46:1–110
14. Horsák M, Juříčková L, Pícka J (2013) Molluscs of the Czech and Slovak republics. Kabourek, Zlín
15. Likharev I, Wiktor A (1980) The Slug Fauna of the USSR and Adjacent Countries

(Gastropoda Terrestria Nuda). Akademii Nauk SSSR, Zoologicheskii Institut, Leningrad

16. Reischütz PL (1986) Die Verbreitung der Nacktschnecken Österreichs (Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae, Boettgerillidae). Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 195:67–190
17. Wiktor A (1983) The slugs of Bulgaria (Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae – Gastropoda, Stylommatophora). Annales Zoologici 37:71–206
18. Balashov I (2016) Balashov I. 2016. Fauna of Ukraine. V. 29: Molluscs. I. 5: Stylommatophora. 592 pp. (in Russian with English summary) // Балашов И. Фауна Украины. Том 29. Моллюски. Вып. 5. Стебельчатоглазые.
19. Germain L (1930) Mollusques terrestres et fluviatiles volume 1. Faune de France 21:1–477
20. Hutchinson JMC, Reise H, Schlitt B (2022) Will the real *Limax nyctelius* please step forward: *Lehmannia*, *Ambigolimax*, or *Malacolimax*? No, *Letourneuxia*! Archiv für Molluskenkunde 151:19–41. <https://doi.org/10.1127/arch.moll/151/019-041>
21. Lupu D (1973) Étude anatomique comparative des espèces *Limax cinereoniger* Wolf 1803 et *Limax maximus* Linné 1758 et description de deux espèces nouvelles du genre *Lehmannia* Heinemann. Travaux du Muséum d'Histoire Naturelle Grigore Antipa 13:47–66
22. Grossu AV, Lupu D (1962) Zur Kenntnis der Gattung *Lehmannia* Heynemann (Limacidae) und deren große Variabilität, nebst Beschreibung neuer Arten. Archiv für Molluskenkunde 91:191–201
23. Eberhard WG (1985) Sexual Selection and Animal Genitalia. Harvard University Press. Cambridge, MA and London, England
24. Grossu AV (1983) Gastropoda Romaniae. Editura Litera, Bukarest
25. Tamás D, Jenő P (2011) A magyarországi recens puhatestűek (Mollusca) magyar köznyelvi elnevezései (2011). Malakológiai Tájékoztató 29:25–39
26. Welter-Schultes F (2012) European non-marine molluscs, a guide for species identification. Planes Poster editors, Göttingen
27. Müller OF (1774) Vermivm terrestrium et fluviatilium, seu animalium infusoriorum, helminthicorum et testaceorum, non marinorum, succincta historia. apud Heineck et Faber, Havniæ
28. Hutchinson JMC, Schlitt B, Kořínková T, Reise H, Barker GM (2020) Genetic evidence illuminates the origin and global spread of the slug *Deroceras invadens*. Journal of Molluscan Studies 86:306–322. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyaa016>
29. Rowson B, Turner J, Anderson R, Symondson WOC, Symondson B (2014) Slugs of Britain & Ireland: Identification, Understanding and Control. Field Studies Council

30. Cardoso P, Erwin TL, Borges PAV, New TR (2011) The seven impediments in invertebrate conservation and how to overcome them. *Biological Conservation* 144:2647–2655. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.07.024>
31. Jordaens K, Pinceel J, Van Houtte N, Breugelmans K, Backeljau T (2010) *Arion transsylvanus* (Mollusca, Pulmonata, Arionidae): rediscovery of a cryptic species. *Zoologica Scripta* 39:343–362. <https://doi.org/10.1111/j.1463-6409.2010.00425.x>
32. Jörger KM, Schrödl M (2013) How to describe a cryptic species? Practical challenges of molecular taxonomy. *Frontiers in Zoology* 10:59. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-10-59>
33. Backeljau T (1981) Biometrie, ecologie, ethologie en systematiek van het *Arion hortensis* complex in België. diplomamunka, Universitaire Instelling Antwerpen
34. Grossu AV (1970) Zwei neue Arten der Gattung *Lehmannia* Heynemann aus Rumänien. *Maëakologische Abhandlungen* 10:109–114
35. Forcart L (1966) Alpine und nordische Arten der Gattung *Lehmannia* Heynemann (Limacidae). *Archiv für Molluskenkunde* 95:225–236
36. Lupu D (1968) Contributions à la connaissance des limacides (Gastropoda-Pulmonata) des Monts Apuseni. *Travaux du Muséum d’Histoire Naturelle “Grigore Antipa”* 9:39–44
37. Irikov A, Eröss Z (2009) An updated and annotated checklist of Bulgarian terrestrial gastropods (Mollusca: Gastropoda). *Folia Malacologica* 16:197–205. <https://doi.org/10.12657/folmal.016.015>
38. Irikov A, Mollov I (2006) Terrestrial gastropods (Mollusca: Gastropoda) of the Western Rhodopes (Bulgaria). I. Pensoft & National Museum of Natural History, Sofia

8. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni a témaötletet, a rengeteg segítséget és türelmet témavezetőimnek, Turóci Ágnesnek és Páll-Gergely Barnának. Köszönöm belső konzulensemnek is, Szűts Tamásnak az odaadó és nélkülözhetetlen segítségét.

Külön köszönetet szeretnék mondani Tőke Andrea kurátornak, aki segített a Magyar Természettudományi Múzeum gyűjteményi egyedeinek és a szakirodalom felkutatásában. És köszönöm Varga Andrásnak is, aki segítséget nyújtott a gyöngyösi Mátra Múzeum anyagához való hozzáférésben.

Köszönöm továbbá John M. C. Hutchinson, Heike Reise és Bettina Schlitt, a Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz dolgozóinak munkáját is, akik elvégezték a példányok szekvenálását és segítséget nyújtottak a molekuláris analízisben.

Belső konzulensi ellenjegyzés

Alulírott Szűts Tamás , mint belső konzulens
nyilatkozom, hogy (név) Ádám Borka BSc III évfolyamos
hallgató

„Lehmannia fajok Magyarországon (Gastropoda_ Stylommatophora_ Limacidae) „
.....
című dolgozatát átolvastam és jóváhagytam, beadásra és védeésre alkalmasnak
tartom. Továbbá nyilatkozom, hogy a feltöltött szakdolgozat
plágiumellenőrzésen sikeresen átesett és az esetlegesen feltárt egyezőség az
Egyetemi iránymutatásoknak/szabályoknak megfelel.

Budapest, 2024. év.....⁰⁴.....hó ²⁴.....nap.



.....
belső konzulens