

**Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Kar
Parazitológiai és Állattani Tanszék**

**SZÁRAZFÖLDI CSIGÁK ZÁRT TÉRI
TENYÉSZTÉSTECHNOLÓGIÁJÁNAK
TOVÁBBFEJLESZTÉSE PARAZITOLÓGIAI
VIZSGÁLATOK CÉLJÁRA**

SZAKDOLGOZAT

**Készítette:
Kövesi Ildikó**

**Témavezető:
Dr. Majoros Gábor
Tudományos munkatárs, Ph.D. Habil.**

**Budapest
2011.**

Tartalomjegyzék

Bevezetés és célkitűzés.....	3
Irodalmi áttekintés	5
A szárazföldi csigák tenyésztésének története.....	5
A leggyakrabban tenyésztett szárazföldi csigafajok.....	6
A csigák tömeges tenyésztésére irányuló törekvések.....	8
A tenyésztés sikerességét befolyásoló legfontosabb környezeti tényezők.....	12
<i>Páratartalom</i>	12
<i>Hőmérséklet</i>	13
<i>Fotoperiódus</i>	14
<i>Talajviszonyok</i>	15
<i>Egyedsűrűség</i>	16
A tenyésztés sikerességére ható főbb élettani sajátosságok.....	18
<i>A reprodukciós sajátosságok</i>	18
<i>A táplálkozási sajátosságok</i>	19
A szárazföldi csigák laboratóriumi tenyésztése során felmerülő fő problémák.....	20
Anyag és módszer.....	22
Kiválasztott csigafajok.....	22
A csigák gyűjtése.....	25
A terráriumok leírása.....	25
Tartásmód.....	28
A parazitákkal szembeni fogékonyság tesztelése.....	30
Eredmények.....	32
A csigák túlélése, szaporodása.....	32
A tüdőféreg lárvákkal szembeni fogékonyság tesztelése.....	34
Megbeszélés.....	36
Összefoglalás.....	39
Summary.....	40
Irodalomjegyzék.....	41
Köszönetnyilvánítás.....	46

Bevezetés és célkitűzés

A parazitológiai kutatásokhoz gyakran használnak fel laboratóriumban nevelt szárazföldi és vízi csigákat. Ennek kézenfekvő oka az, hogy sok élősködő fejlődik csigákban. Nemcsak a csigák saját parazitái élősködnek bennük, hanem sok magasabb rendű állat féregparazitájának lárvája is a csigákban éli le életének egy részét. A csigák parazitológiai szempontból jelentős szerepet töltenek be, mint az élősködők köztigazdái, vagyis olyan gazdaszervezetek, amelyekben az élősködők csak aszexuális állapotban tartózkodnak egy ideig, majd a következő gazdába kerülnek, hogy ott szexuális szaporodásra képesek adják magukat.

Állatorvosi és humán egészségügyi szempontból is fontos szerepük van a csigáknak, mint veszélyes parazitózisok fenntartóinak és terjesztőinek. A legnagyobb kórtani jelentőséggel bíró emberi féregfertőzés, az Ázsiában, Dél-Amerikában, de elsősorban Afrikában elterjedt emberi vérmételykór, a schistosomózis terjesztésében is köztigazda szerepet töltenek be. A trópusokon számos emberi metelykór fenntartásában játszanak szerepet a csigák, amelyek bélférgesség, tüdőférgesség, májmételykór formájában jelentkező fertőzött embereken. Állatorvosi kutatásoknak is fontos objektumai, mert számos haszonállat és társállat parazitás fertőzésének terjesztői lehetnek. Csigák terjesztik például a májmételykór minden formáját, a kérődzőkben előforduló bendőmételykórt, a sok állatfajban megjelenő lándzsásmetelykórt, a kiskérődzők, a szarvasfélék, a nyulak és a macskák tüdőférgességét, a kutyák tüdőférgességét okozó *Angiostrongylus vasorum* férget - hogy csak a legismertebb parazitózisokat említsük.

Laboratóriumi fertőzési kísérletek céljára sikeresen tenyésztnek vízi csigákat, azonban a szárazföldi csigákra alapozott kutatásokhoz általában a környezetben gyűjtött, vadon élő egyedeket használják fel. Ennek fő oka az, hogy habár a nagytestű éti csigák kültéri tenyésztése több országban különböző módszerekkel sikeresen folyik, a szárazföldi csigák zárt téri, laboratóriumi tenyésztése a mai napig még nem megoldott kérdés. A vízi csigákkal ellentétben a szárazföldi csigafajokat nagyon nehéz laboratóriumi körülmények között szaporítani, amit az is bizonyít, hogy eddig egyetlen közlemény sem jelent meg több generáción át laboratóriumban szaporított csigapopulációkról.

A szabadban gyűjtött szárazföldi csigákat azonban nem szabadna fertőzési kísérletekre felhasználni, mert nem tudhatjuk biztosan, hogy az adott csiga nem volt-e már a kísérleti fertőzés elvégzése előtt is parazitával vagy más kórokozóval fertőzött. Ennek elkerülése végett a felhasznált egyedeket először alaposan átvizsgálják, mielőtt tudományos munkához alkalmaznák. Olyan helyről próbálják azokat gyűjteni, ahol korábban feltételezhetően nem találkozhattak a vizsgálni kívánt parazitával. Mindez azonban nem bizonyítja feltétlenül, hogy a kísérleti célra felhasznált csigák mentesek minden parazitától, és előéletük ismeretének hiányában megfelelő egészségi állapotukról sem lehetünk teljesen biztosak. A természetes élőhelyekről összegyűjtött csigák általában nehezen tűrik azt, ha új környezetbe helyezük őket, és nem alkalmazkodnak jól az új, mesterséges környezetükhöz, ezért sok esetben még a kísérlet befejezte előtt elpusztulnak.

A helyes megoldás tehát az lenne, ha fertőzési kísérletekre a már eleve laboratóriumban tartott egyedektől származó, legalább első generációként ott született, SPF csigákat használnának fel. Ebben az esetben biztosak lehetnénk abban, hogy az adott csiga a kísérlet elvégzése előtt parazitáktól mentes volt. Általános állattenyésztési tapasztalat, hogy a már fogságban született egyedek könnyebben alkalmazkodnak a mesterséges környezetükhöz és életidejük is hosszabb, mint a természetben gyűjtött, új környezetbe helyezett állatok. A laboratóriumban (állatházban) való csigatenyésztés másik nagy előnye, hogy olyan környezetet tudunk teremteni, amelyben a csigák egész évben aktívak és szaporodnak. Ezáltal fertőzési kísérleteket még akkor is véghez lehet vinni, ha a szabadban élő csigák inaktívak, például téli álmot alszanak.

Mindezen okok figyelembevételével a munkánk célja az volt, hogy zárt téri körülmények között olyan öfenntartó szaporulatot produkáló tenyészetet alakítsunk ki szárazföldi csigákból, amelyek alkalmasak parazitás fertőzöttség laboratóriumi tanulmányozására. Korábban már voltak sikeres próbálkozások laboratóriumi csigatenyésztés létrehozására a SZIE-ÁOTK Parazitológiai és Állattani Tanszékén (VRANCSIK, 2008), de ezek nem bizonyultak hosszú időn át fenntarthatóknak. Munkánk során ezekből a tapasztalatokból kiindulva próbáltuk továbbfejleszteni a laboratóriumi csigatenyésztés metodikáját.

Főképp olyan fajokat választottunk kísérletünkhöz, melyek Magyarországon megtalálhatók, kisméretűek, valamint szakirodalmi adatok alapján köztigazda szerepet töltenek be a protostrongylida tüdőférgék terjesztésében.

Irodalmi áttekintés

A szárazföldi csigák tenyésztésének története

A szárazföldi csigák tenyésztésének eredete egészen az ókorig nyúlik vissza. Számos írásos emlék bizonyítja, hogy a csigákat már évezredek óta próbálják tenyészteni emberi fogyasztás céljából. Az ókori Rómában a csigákat csigakertekben hizlalták, mielőtt elfogyasztották. Egy másik írásos forrás szerint pedig csigákat tartottak hideg, nedves, árnyékos élőhelyen, a nedvességtartalmat mesterségesen befolyásolva. A csigákat vízzel körülvevő szigeten tenyésztették, hogy az elmászást megakadályozzák. Fulvius Hirpinus 2000 évvel ezelőtt korpával és borral etette a kertjében kialakított, elkerített részeken tartott csigákat. A rómaiak már kiszelektálták a tenyésztésre legalkalmasabbnak vélt egyedeket (THOMPSON-CHENEY, 1996).

A középkortól kezdve Nyugat- Európában a csigafogyasztás terjedését segítette az, hogy a csiga a keresztény egyház által a böjt ideje alatt is az engedélyezett élelmiszerek csoportjába tartozott. Ezen tény is hozzájárult ahhoz, hogy a kolostorok kertjeiben gyakran tenyésztettek csigákat (HALMÁGYI, et al., 1997). Ezekben a kültéri csigakertekben a Helicidae családba tartozó különféle, a nyelesszeműek (Gastropoda: Stylommatophora) csoportjába tartozó szárazföldi csigafajokat nevelték, amelyeket egységesen „éti” vagy „étkezési” csiga név alatt szoktunk emlegetni. Leggyakrabban a hazánkban is élő *Helix pomatia* fajt tartották, de Európában tenyészteni próbálták a *Helix lutescens*, *Helix lucorum*, *Cornu aspersum* (= *Helix aspersa*, *Cryptomphalus aspersus*) és *Helix aperta* fajokat is. Ezeket sokfelé szét is hurcolták a világ számos tájára, szándékosan, vagy akaratlanul.

Több forrás szerint a franciák importáltak először az 1850-es években *Helix aspersa* csigákat az Amerikai Egyesült Államokba étkezési célokra. Más kutatások eredménye pedig arra mutat, hogy az olasz bevándorlók importáltak először étkezési célból felhasználható csigákat Amerikába (THOMPSON-CHENEY, 1996). A tengerentúli országok igényei nagyon megnövekedtek az étkezési célra felhasznált csigák mennyiségét.

A csiga iránti kereslet folyamatos növekedése és a vadon élő csigák számának csökkenése vezetett ahhoz, hogy egyre többen próbálkoznak meg az éti csigák fogságban történő tenyésztésével. Annak ellenére, hogy napjainkig számos törekvés történt a csigák szaporítására, háziasítására irányulóan, huzamosabb ideig fenntartott csigapopulációt nem tudtak fogságban kialakítani. A tenyészeteket természetes környezetből összeszedett csigák folyamatos betelepítésével tartják fenn.

A leggyakrabban tenyésztett szárazföldi csigafajok

A szárazföldi csigákat tömeges mértékben leginkább étkezési célból tenyésztik. Az „éti csiga” kifejezést leggyakrabban a *Helix aspersa* vagy a *Helix pomatia* csigákkal azonosítják (THOMPSON-CHENEY, 1996). (Az előbbi faj szinonimjei közül a *H. aspersa* nevet használom, mivel a szakirodalomban ez a név a legjobban elterjedt. A könnyebb olvashatóság miatt a csigafajok neveit a legtöbbször teljesen kiírom.) A fent említett fajokon kívül, főleg a trópusi országokban széles körben tenyésztik az *Achatina fulica*-t, magyar nevén az afrikai óriáscsigát.

A *Helix pomatia* - köznapi magyar nevén az éti csiga- Európában a legnagyobb testű, szárazföldi héjas csiga. Alapos vizsgálat nélkül nehéz elkülöníteni a Magyarországon őshonos rokon fajától, a *Helix lutescens*-től, vagyis az ugarcsigától és a mediterrán tengerpartokra néző sziklás lejtőkön honos, ám manapság sokfelé agresszívan terjedő *Helix aspersa*-tól (MAJOROS-HALMÁGYI, 2003). A *Helix pomatia* eredeti élőhelye az Alpok láncolata, ahonnan Európa-szerte elterjedt. Nedves és száraz területeken egyaránt megtalálható, főleg bozótosokban, ligetekben, ritkás erdőkben, növényekkel benőtt falakon, sziklákon él (SOÓS-SEBESTYÉN, 1959). Háza 35-45 mm közötti, barnás-vöröses alapszínű, általában 5 sötétebb övvel tarkítva, melyek lehetnek elmosódottak, de élesen kivehetők is. Húsának színe szürkés-sárga. Bár kevesebb tojást rak, mint a *Helix aspersa*, nagyobb mérete miatt a legfontosabb csigaként tartják számon az élelmiszeriparban (AVAGNINA, 2006). Európa nagy részén megfogyatkozott, több országban védett faj (MAJOROS-HALMÁGYI, 2003).

A *Helix aspersa* - melyet a magyar szakirodalomban pettyes csigaként ismernek - eredetileg a Földközi- tenger partján volt őshonos, mára már Európa-szerte az egyik legismertebb, emberi fogyasztásra alkalmas csigafaj. A nedves és száraz élőhelyeken egyaránt

elterjedt, kedveli a kerteket, bozótosokat, fatörzseket, falakat, sziklákat. Háza kúp alakú, csúcsa felé domborodó, melynek magassága 25-35 mm, átmérője 20-40 mm közötti. Színe széles határok közt változhat a környezettől is függően (sárgászöld, szürke, olajbarna). Húsa sötét zöldesszürke (AVAGNINA, 2006). Terjeszkedésre hajlamos, invazív faj.

A *Helix lutescens* főleg nyílt területeken, meszes, agyagos, száraz domboldalakon, a földfelszínen csoportosan terjedt el. Házának nagysága 29-33 mm közötti, színe sárgásfehér halvány övekkal tarkítva. Közép- és Kelet-Európa-szerte elterjedt faj (SOÓS-SEBESTYÉN, 1959). Invazív hajlamot nem mutató, endemikus csiga.

Az *Achatina fulica* - magyar nevén afrikai óriáscsiga - Kelet-Afrikában őshonos, ahonnan a 18. század óta kelet felé terjed. Kifejezetten invazív faj, ha valahol megtelepszik, onnan szinte lehetetlen kiirtani. Ilyen helyen az egyedsűrűsége elérheti akár a 100 egyed/négyzetmétert is. Bár főleg elhalt növényi részekkel, lebomló anyagokkal táplálkozik, előszeretettel fogyasztja a friss zöldségeket, növényi hajtásokat is. Élelmiszer ültetvények és virágoskertek ideális élőhelyként szolgálnak a csiga számára, ahol a növények elfogyasztása mellett az ürülékkel és nyálkával történő szennyezéssel is jelentős károkat okoz. Az *A. fulica* invazivitását és kártékonyágát is jelzi, hogy elterjedése ellen 5 fő csoportba sorolható védekezési módszert dolgoztak ki, amelyekből információt szerezhetünk a csigák igényeire nézve is:

1. Fizikai módszerek: A művelt területek körül kialakított 1,5 méter szélességű csupasz, növényvel nem borított, esetleg homokkal fedett sáv valamennyi védelmet jelenthet, hiszen a csiga nem terjeszkedik a csupasz területek felé. (Táplálék nélkül nem tud terjeszkedni.)

2. A csigák összegyűjtése kézzel: A csigák összegyűjtését a mezőkről és kertekről főleg esős időben végzik. (A csigák csak nedves környezetben aktívak.)

3. Kémiai kontroll: Az afrikai óriáscsigákat a metaldehid vonzza. Ez az anyag elfogyasztva mérgező a csigákra, mert bénulásukat és dehidrációjukat idézi elő. (Kémiai ingerek befolyásolják a táplálkozásukat.)

4. Agrotechnikai kontroll: A jó területi higiénia, azaz talajmozgatás és a szerves anyagok eltávolítása a költőhelyek számának csökkentése révén korlátozza a csigaszaporulatot. (Zavartalan környezetben tud csak szaporodni.)

5. Biológiai kontroll: A csiga predátorai által csökkenthető az afrikai óriáscsigák száma. A legjobban bevált módszer egy szárazföldi örvényféreg, a *Platydemus manokwari* betelepítése. A csigák irtásában a féreg betelepítésével jó eredményeket értek már el pl. az Észak-Mariana-

szigeteken, a Maldív-szigeteken, ahol az *Achatina* fontos kártevője az ültetvényeknek (LAMBERT, et al., 1999). (Biológiai ellenségei hatékonyan pusztítják a csigákat.)

A faj mezőgazdasági kártétele mellett, nagy veszélyt jelent az afrikai óriáscsiga egyes paraziták fertőzöttségekben betöltött köztigazda szerepe. Brazíliában pl. 2007-ben mutatták ki, hogy a faj köztigazdája lehet a macska *Aelurostrongylus abstrusus* tüdőférgének (THIENGO, et al., 2008). Emellett humán egészségügyi szempontból is jelentős, hiszen pl. az *Angiostrongylus cantoniensis* fonálféreg esetében is köztigazda szerepet képes betölteni. Ezen fonálféreg végleges gazdái vadon élő patkányok, ám emberben eozinofiliás meningoencephalitis-t okozhatnak a csiga elfogyasztása révén (KASSAI, 2003). Bár a csiga húsának fanyar íze miatt a csigafogyasztók körében kevésbe kedvelt, Afrikában azonban a mai napig fontos táplálékforrásként tartják számon. A faj szabadban történő tenyésztése már megoldott, valamint kis egyedszámú csoportok formájában kedvtelésből tartott állatként is tartják egyszerűen berendezett terráriumokban.

A felsorolt csigafajok rövid jellemzését azért mutattam be, hogy érzékeltessem azokat a jelentős különbségeket, amelyek az egyes, hasznosítani kívánt csigafajokra jellemzőek. Nyilván ugyanezek a különbségek jelentkeznek a laboratóriumi célokra tenyésztetni kívánt különféle fajok esetében is.

A csigák tömeges tenyésztésére irányuló törekvések

A csigák tenyésztését évezredek óta próbálják megvalósítani egyrészt táplálkozás céljából, másrészt laboratóriumi kísérletek végzéséhez. Az éti csigák tenyésztéséről viszonylag sok szakirodalom áll rendelkezésre, a laboratóriumi csigatartásról azonban kevés forrás létezik. Ezért érdemes röviden áttekinteni a kereskedelmi célú csigatartás sajátosságait.

A növekvő kereslet és a környezetben vadon élő csigák számának folyamatos csökkenése vezetett ahhoz, hogy ma már egyre többen fognak bele csigák mesterséges körülmények közt történő szaporításába. A számos próbálkozás ellenére csak kevés vállalkozó mondhat magának gazdaságosan működő csigatenyésztetet. Ennek több oka is van. Egyrészt az, hogy a tenyésztésre felkínált csigák gyakran a fogyasztásra szánt egyedeknél is gyengébbek, valamint a gyengébb ellenálló képességű egyedekben megbúvó tünetmentes fertőzöttségek a zsúfolt

tenyészetekben könnyebben lángra kapnak. A másik gyakori ok a tartási hibák közt keresendő. Sokszor a túlzott nedvesség hatására elszaporodó rothasztó baktériumok, valamint az épületekben fellépő oxigénhiány okoz jelentős veszteségeket a tenyésztők számára. A kültéri tenyésztés során nagy veszteséget jelenthet a csigák szétmászása, ugyanakkor zárt, intenzív tenyészetekben a takarmányozási hibák fordulnak elő gyakrabban (MAJOROS, 1994).

Giovanni Avagnina Olaszországban 1973-ban megalapította a Csigatenyésztő Központot, melyből néhány év alatt megalakult a Nemzetközi Csigatenyésztési Intézet. Olaszországban a Helicida-fajok tenyésztését kizárólag a szabadban végzik. Ennek a módszernek a lényege az, hogy elkerített ágyásokba olyan csigákat helyeznek, melyek feladata a szaporodás. Az egyedsűrűség általában 20 csiga/négyzetméter. A szülőktől származó egyedeket 2-3 hónapos korban áttelepítik hizláló ágyásokba, és ezekből az egyedekből történik az értékesítés. A hizláló ágyásokban a csigák sűrűsége 150-200 egyed/négyzetméter. A csigák teljes életciklusára kiterjedő tenyésztési munkát folytatnak. A módszer során 5 m hosszú és 2,5-4 m széles ágyásokat alakítanak ki, melyeket minimum 60-70 cm magas kerítéssel vesznek körbe. A kerítés anyaga cinkkel bevont bádoglemez, mely a talaj nedvességtartalmával enyhe potenciálkülönbséget alakít ki, ezáltal megakadályozza a csigák kimászását. A belső ágyásokat speciális „Helitex” hálóval határolják el, amely 100 cm magas, valamint a felső szélén két – a függőlegessel 45°-ot bezáró - gallér helyezkedik el rajta a csigák kimászásának megakadályozása céljából. Az ágyásokat különböző zöldségnövényekkel telepítik be (1. ábra) (AVAGNINA, 2006).



1. ábra: A bádoglemezzel körülkerített nagy ágyás és a hálóval elválasztott belső ágyások (forrás: 1.)

A szabadban történő tenyésztés mellett, zárt téri körülmények között is több módszerrel próbálkoztak már a *Helicida*-fajok tenyésztésére. A tartási körülmények alább ismertetett, fontosabb adatai tájékoztatnak bennünket a módszerek heterogenitásáról.

García és munkatársai kísérletet végeztek laboratóriumban félig kontrollált körülmények közt a *Helix aspersa* tenyésztésére irányulóan. A fiatal csigák növekedésére ható körülményeket tanulmányozták. A kísérletre a szabadban gyűjtött csigáktól származó 4. generációt használták fel, amelyeket kültéri tenyészetekben állítottak elő. Az állatokat áttetsző műanyagból készült tenyészdobozokba helyezték, melyeket egy 2 mm széles üvegyapotból készült hálóból álló, ventilátorral felszerelt polcrendszerre helyeztek a nyitott aljukkal lefelé. A dobozokat naponta tisztították. A tisztítás úgy történt, hogy a már piszkos tenyészdobozt megfordították, és a tetejére szintén a nyitott aljával lefelé tekintő új, megnedvesített dobozt helyeztek. A csigák átmásztak a tiszta dobozokba, mely alól ezek után kihúzták a régi dobozt. Így elérték, hogy naponta tiszta, nedvességgel ellátott, átszellőző tenyészdobozokat biztosítsanak az állatok számára (GARCIA, et al., 2006). A módszer hátránya, hogy a csigák mindennapos gondozást és jelentős munkát igényeltek ahhoz, hogy fenntartható tenyészet alakulhasson ki.

Flari és Lazaridou-Dimitriadou *Helix lucorum* csigákat tartott laboratóriumban annak céljából, hogy a fotoperiódusnak a lokomotoros aktivitási ritmus befolyásolásában betöltött szerepét tanulmányozza. A természetben összegyűjtött csigákat 10x5x8 cm nagyságú műanyag edényekben helyezték el, melyeket 12 mm távolságban infravörös fényforrással világítottak meg. A dobozok alját 4 mm vastag, megnedvesített szivaccsal és sárgarépa szeletekkel bélelték ki. A csigák aktivitását egy mikrokomputerrel ellenőrizték (lásd: 14. oldal) (FLARI- LAZARIDOU-DIMITRIADOU, 1995).

Laboratóriumi kísérletekhez azonban leginkább a *Helicida*-fajoktól eltérő, kisebb méretű csigákat szoktak használni. Bár több kísérletet végeztek már laboratóriumi csigatenyésztésre irányulóan, a legtöbb próbálkozás során a mai napig nem sikerült önfenntartó tenyészetet kialakítani. Így például Kralka és munkatársai 8 különböző kisméretű szárazföldi csigafajt tartottak laboratóriumi körülmények között tüdőféreg lárvák nevelése céljából. *Deroceras leave* és *Deroceras reticulatum* meztelencsiga fajok, valamint *Triodopsis multilineata*, *Discus*

cronkhitei, *Vallonia gracilicosta*, *Vallonia pulchella*, *Vertigo gouldii*, *Zonitoides arboreus* héjas csigák laboratóriumi szaporításával próbálkoztak.

A meztelencsigák és a *T. multilineata* tenyésztését 30x30x60cm nagyságú üvegterráriumban végezték, melynek alját 3-5 cm vastagságban megnedvesített vermikulittal (jó nedvességmegkötő szilikátásvány) bélelték ki. A terráriumok tetejét üveglappal fedték le a nedvesség fenntartása és a csigák elmászásának megakadályozása céljából. A vermikulitot megközelítőleg 6 havonta cserélték, miután zöld algák szaporodtak el rajta. A csigákat hetente egyszer etették salátalevéllel és sárgarépaszeletekkel, melyeket mészkőporral szórtak be. A héjas csiga a salátalevelet, míg a meztelencsigák a sárgarépát részesítették előnyben. A terráriumokat 18 °C-on 12 órás megvilágítás mellett tartották.

A többi héjas csigát fajonként szeparált különböző, de legalább 30x30x60 cm nagyságú terráriumokban tartották, melyeknek alját 9 cm vastagságban sterilizált talajjal borították. A talajra 3-5 cm vastagságban avart szórtak. Az avar összetételét a természetes élőhelyük figyelembe vételével alakították ki (¾ rész nyárfalevél és ¼ rész lucfenyő levél). Az avart annak érdekében, hogy megszabadítsák a nemkívánatos szervezetektől (úgy mint ezerlábúak, százlábúak, atkák, szabadon élő fonálféreg), legalább 2 hétre mínusz 20-30°C-ra fagyasztották, majd felolvasztás után szárazon használták fel. A terráriumokat hetente nedvesítették, valamint a falakról lesöpörték az ott tartózkodó csigákat, hogy megóvják azokat a kiszáradástól. Az állatokat kéthetente etették megmosott salátalevéllel, a kalcium pótlására pedig mészkőport szórtak be. A terráriumokat azonos körülmények közt tartották, mint a meztelencsigák esetében.

A fent leírt módszerrel a héjas csigákat – a *Vertigo gouldii* kivételével – állítólag sikerült hosszabb ideig életben tartani és szaporítani, de az így nevelt generációk számáról az idézett cikk nem ad információt. A meztelencsigák tartása nehezebben volt megvalósítható, valamint szaporodásuk is lassabb volt (KRÁLKA, et al., 1985). A közlemény nem számol be arról, hogy a meztelencsigák hány generációja nevelkedett fel ilyen körülmények között.

A tenyésztés sikerességét befolyásoló legfontosabb környezeti tényezők

Az eddigi szakirodalmi adatokból az derül ki, hogy a csigák számára legfontosabb környezeti tényezők a páratartalom, a hőmérséklet, a fény, a talajösszetétel és az egyedsűrűség.

Páratartalom

A csigák - az összes puhatestűhöz hasonlóan - higrofán állatok, csak a nedvesség hatására képesek mozogni, a nedvesség szükséges aktivitásukhoz. Ennek ellenére a szélsőségesen száraz időszakokat is képesek átvészelni. Ha a nedvesség csökken, a csigák inaktíválódnak, ezáltal minimalizálják testük vízvesztését. Az inaktíválódást ezen kívül kiválthatja a hőmérséklet és a megvilágított órák számának csökkenése is (ANSART, et al., 2001). A csigák tenyésztéséhez, laboratóriumi tartásához 80%-os nedvességtartalmat ajánlnak, azonban nem biztos, hogy hosszú távon az egyenletesen nedves klíma a legkedvezőbb. Tudjuk, hogy a csigák fejlődéséhez rövidebb-hosszabb időtartamú pihenés szükséges. Ha a csigák számára ideális környezetet teremtünk, az inaktív életszakaszok elmaradása miatt a csigák hamarabb ivaréretté válnak, azonban élettartamuk is csökkenni fog (MAJOROS - HALMÁGYI, 2003).

Laboratóriumi tenyésztés során több módszerrel próbálkoztak már a szükséges nedvesség biztosítására. Garcia kísérlete során a tenyészdobozokban naponta kétszer spricceléssel biztosította napközben a 70%-os (pihenő periódus), míg éjszakánként a 88%-os (aktív periódus) nedvességtartalmat (GARCIA, et al., 2006). Kralka a szaporító dobozok falát vízzel folyatta le, ami által az oda kitapadt csigákat lesöpörte az edény oldaláról és megóvta a kiszáradástól, valamint a szükséges nedvességet is biztosította (KRALKKA, et al., 1985). Daguzan és Klein-Rollais elengedhetetlennek tartják az orális vízfelvételt, ezért javasolják az itatóedény elhelyezését a terráriumokban (KLEIN-ROLLAIS - DAGUZAN, 1988). Olaszországban a szabadtéri éti csiga tenyésztés során nélkülözhetetlen a mesterséges öntözés, ezért esőztető, ködképző és mikro-esőztető berendezéseket használnak. Lényeges, hogy a nedvesség pótlása fölülről lefelé történjék, ezért nem használnak vízátfolyósos, csöpögtető és elárasztásos rendszereket (AVAGNINA, 2006).

Eltérő nézetek léteznek arra vonatkozóan, hogy a csigák vízfelvétele percután, orálisan, vagy a köpenyüreg hámján keresztül történik-e. Valószínűleg a csiga mindhárom módon

képes felvenni a szükséges nedvességet, és ezen módok közül az valósul meg, amely éppen az aktuális környezeti feltételek szerint lehetséges (MAJOROS-HALMÁGYI, 2003).

Hőmérséklet

A hőmérséklet a második legfontosabb abiotikus környezeti tényező a csigák életében, a szabadban élő egyedek azonban nagyobb hőingadozásokat is el tudnak viselni. Habár a csigák a nap hűvösebb részében aktívak, mégis szükségük van egy minimális hőmennyiségre (MAJOROS-HALMÁGYI, 2003).

A csigák inaktiválódását mind a magas, mind az alacsony hőmérséklet kiválthatja. A melegben bekövetkező inaktiválódást aestivatio-nak, míg a hideg hatására bekövetkezőt hibernatio-nak nevezzük. Azonban az aestivatio és a hibernatio kiváltásában még egyéb abiotikus környezeti tényezők is szerepet játszanak. A mérsékelt égövön a téli hibernatio-t a fény mennyiség és a hőmennyiség csökkenése (ANSART, et al., 2001), míg más fajoknál a nedvesség csökkenése okozza (FLARI - LAZARIDOU-DIMITRIADOU, 1995).

Több kísérlet irányult a hőmérséklet hatásának tanulmányozására. Például Aufderheide és munkatársai a *Marisa cornuarietis* csiga fiatal és kifejlett egyedein tanulmányozták a hőmérséklet szerepét a csigák életében. Kísérleteik során megállapították, hogy a 22-28 °C-os hőmérsékletnek nincs hatása a tojásrakásra, a lerakott tojások számára, ugyanakkor a növekvő hőmérséklet fokozza a csigák fejlődését. Ha a hőmérsékletet 22 °C alá csökkentették, a tojásból való kikelés mértéke csökkent, valamint 25 °C-on 5 nappal rövidebb időre volt szükség a tojásból való kikeléshez, mint 22 °C-on. Az első tojásrakás 25 °C-on 127 napon, míg 22 °C-on 148 napon történt meg. A szaporodásra tehát a 25 °C körüli hőmérséklet az ideális a *M. cornuarietis* csiga esetében (AUFDERHEIDE, et al., 2006).

Ansart és munkatársai kísérletükkel bizonyították, hogy a hibernáció kiváltásában nemcsak a hőmérséklet csökkenésének, hanem a fotoperiódusnak is hatása van. Az Európa-szerte elterjedt szárazföldi csigafajt, a *Helix aspersa*-t használták munkájukhoz. Kimutatták, hogy ha rövidebb időtartamú megvilágítást alkalmaznak, a hibernációt kiváltó hőmérséklet is csökken. Kísérletük során három csoportot alakítottak ki. Az elsőt 16, a másodikat 12 óra, míg a harmadikat 8 óra megvilágítás mellett tartották. Kezdetben mindhárom csoport részére 15 °C-ot biztosítottak, majd havonta 5 °C-al csökkentették a hőmérsékletet 3 hónapon át. Ezek után egy kriosztátban 0.5-1 °C/perc sebességgel csökkentették a hőmérsékletet a csigák körül. A

hibernációs hőmérsékletet egy, a csigák házában korábban elhelyezett, a külső hőmérsékletet nem érzékelő termoelem jelezte a csigák testhőmérsékletének csökkenéseként. Tizenhat órás megvilágítás mellett $-3.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 12 órás megvilágítás mellett $-4.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, míg 8 órás megvilágítás mellett $-5.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt a hibernációs hőmérséklet (ANSART, et al., 2001).

Fotóperiódus

A megvilágított órák száma nagyban befolyásolja a csigák aktivitását és szaporodását, ezért több kísérlet is irányult a fotóperiódus hatásának tanulmányozására. A fent említett, Ansart által készített kísérlet bizonyítja, hogy a hibernáció kiváltásában a hőmérséklet mellett a megvilágított órák számának változása is szerepet játszik (ANSART, et al., 2001).

Lazaridou-Dimitriadou és Flari korábban már említett kísérlete során *Helix lucorum* csigákon tanulmányozták, hogy a fotóperiódusnak milyen szerepe van a lokomotoros aktivitás befolyásolásában. A kísérlet során 24 óra alatt két 1 órás időtartalmú megvilágítást biztosítottak a csigák számára. Az első megvilágítást változó, míg a másodikat mindig előre meghatározott, azonos időpontban alkalmazták. Az első megvilágított periódust követő sötét szakasz egy szubjektív nappalt, míg a második fényes szakaszt követő sötétség egy szubjektív éjszakát alakított ki. A kísérletek egy részében rövid (max. 10 óra), míg másik részében hosszú nappalokat (min. 14 óra) hoztak létre.

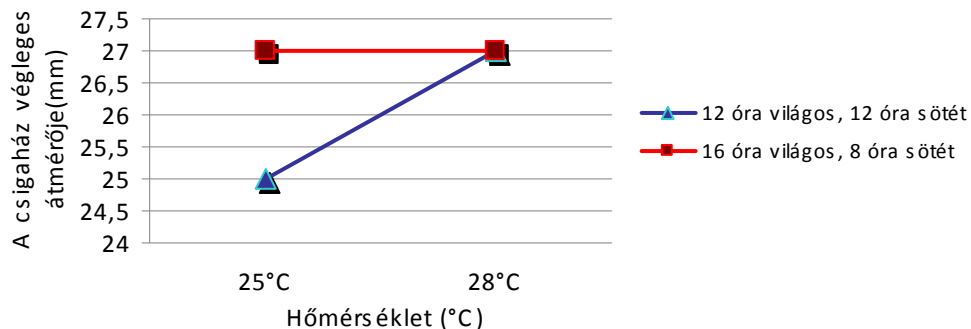
Megfigyelték, hogy a csigák aktivitása nem függött a két világos szakasz közt eltelt időintervallumtól, ám a rövid nappalok során a csigák viselkedése összehangoltabb volt, mint a hosszú nappalok esetében. A hosszú nappalok során a csigák aktivitása az első, változó hosszúságú világos szakaszban, vagyis nappal mutatkozott, míg a rövid nappalok során a másodikban, éjszaka jelentkezett (FLARI - LAZARIDOU-DIMITRIADOU, 1995).

A laboratóriumi csigatenyésztéshez egyes szerzők 12 órás mesterséges megvilágítást ajánlanak (KRÁLKA, et al., 1985), míg mások természetes fényviszonyok közt, a direkt napfényt kerülve helyezik el terráriumukat (GARCIA, et al., 2006).

Aufderheide korábban említett kísérlete során - a hőmérséklet hatásán kívülről tanulmányozta azt is, hogy a *Marisa cornuarietis* csigák növekedését és szaporodását a különböző időtartalmú megvilágítás hogyan befolyásolja. Munkája során $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 12

12 órás és 16 órás megvilágítást alkalmazott. Megállapította, hogy a fotoperiódusnak nincs hatása a felnőtt egyedek szaporodására és a tojások kikelésére. A fiatal csigák azonban 12 órás megvilágítás mellett gyorsabban fejlődnek 28 °C-on, mint 25 °C-on, ezzel ellentétben 16 órás megvilágítás mellett a két különböző hőmérsékleten nem volt szignifikáns különbség a fiatal egyedek növekedésében. Tehát 25 °C-on 16 órás megvilágítás mellett a csigák gyorsabban növekedtek, mint a 12 órás megvilágítás esetén, azonban 28 °C-on nem volt különbség a fejlődésben a két különböző időtartalmú megvilágítás mellett (AUFDERHEIDE, et al., 2006). A megállapított összefüggéseket az alábbi grafikonon szemléltetem (2. ábra):

A hőmérséklet és a fotoperiódus hatása a csigák növekedésére



2. ábra: A hőmérséklet és a fotoperiódus hatása a csigák növekedésére Aufderheide kísérletének (AUFDERHEIDE, et al., 2006) eredményei alapján

Talajviszonyok

A talaj a csiga életében egyrészt a szaporodás, másrészt az anyagcsere szempontjából is limitáló tényező.

A csigák a talaj összetevőivel aktív anyagcserét folytatnak, hiszen talpuk felületével oldott anyagokat képesek felvenni. Ezt bizonyította az a kísérlet, amely során *Helix aspersa* csigák két csoportját eltérő körülmények között tartották: az egyik csoportot talajon, míg a másikat talaj nélkül nevelték. Mindkét csoport részére ugyanazt a táplálékot biztosították, amely tartalmazott minden szükséges tápanyagot a csigák növekedéséhez. Végül megállapították, hogy a talajon nevelt csigák nagyobbra növekedtek, mint a talaj nélkül tartottak (MAJOROS-HALMÁGYI, 2003).

Ideálisnak az a talaj nevezhető, amely 20-40% szerves anyagot tartalmaz. A talaj összetevői közül azonban a leginkább limitáló faktor a mésztartalom, amely egyrészt a mészhéj képzéséhez, másrészt a tojásképzéshez is nélkülözhetetlen. A legtöbb csigafaj a talajban legalább 3-4 % kalciumot igényel a jó növekedéshez. Az alacsonyabb kalcium tartalom egyrészt lassítja a növekedést, másrészt lágyabb csigahéjat is eredményez (THOMPSON-CHENEY, 1996). A laboratóriumi csigatenyésztés során általában mészport hintenek a csigák táplálékára, ezáltal biztosítják a szükséges CaCO_3 -ot. Ezt a módszert alkalmazta például Kralka, aki a laboratóriumban tenyésztett csigák számára megmosott salátaleveleket és sárgarépa szeleteket hintett meg mézskóporral (KRALKÁ, et al., 1985).

A szaporodás szempontjából nélkülözhetetlen a talaj, hiszen a csigák tojásaikat a talajba ássák el, „csigabölcsőt” készítenek. Ez az oka annak, hogy a csigák tenyésztése során kerülni kell a homokos talajt. Homokos talajon a tojások nem tudnak beérni a rögek gyors kiszáradása miatt.

Avagnina leírja a csigatenyésztés szempontjából ideálisnak nevezhető talaj legfőbb kritériumait:

- Elfogadható talajszerkezet: agyagos, keverék vagy morzsálódó állagú
- pH 5,8-7,5
- legalább 1,5-2 %, de nem magasabb, mint 8-10 % arányú mész jelenléte
- a szabadban történő tenyésztés esetén ne legyen a területen túl sok fa (a magas fák gátolják a harmat lecsapódását a földfelszínre), valamint a földterületet minél több napsütés érje (AVAGNINA, 2006).

Egyedsűrűség

Az egyedsűrűség nagyban befolyásolja a tenyésztés sikerességét. A csigák nem szaporodnak, ha a tenyészdoboz vagy az adott terület túlságosan zsúfolt. Ennek egyik oka lehet a felszaporodó nyálka, amely amellett hogy a csigák számára kellemetlen ízű, olyan feromonokat tartalmaz, melyek gátolják a szaporodást. Ugyanakkor kísérlet bizonyítja, hogy ha 100 csigát helyezünk egy terráriumba, jobb szaporasági eredményeket érhetünk el, mintha 100-nál kevesebb egyeddel próbálkoznánk. Ennek valószínűsíthető oka az, hogy a csigának nagyobb lehetősége nyílik arra, hogy megtalálja az ideális társat a páráshoz. Ugyanakkor, ha

túl sok egyedeket helyeznek el egy tenyészetbe, a kikelő csigák kisebbre nőnek, és miután elérik az ivarérett kort, kevesebb tojást fognak rakni (THOMPSON-CHENEY, 1996).

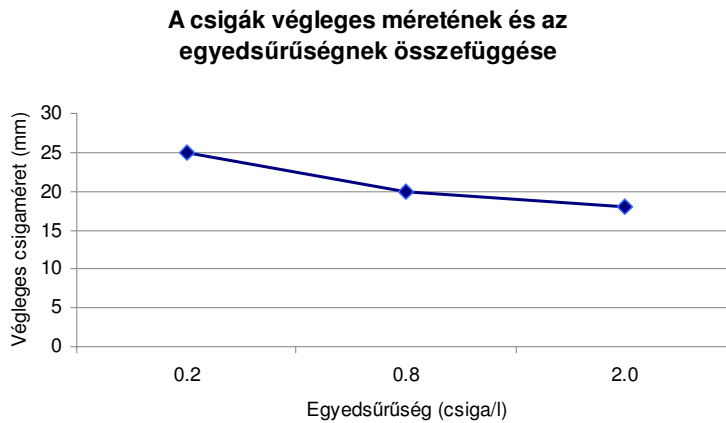
Kralka és munkatársai által végzett kísérletükben - melynek során nyolc különböző fajba tartozó szárazföldi csigafajt tenyésztettek laboratóriumi körülmények közt - folyamatosan ellenőrizték a csigák számát a tenyészdobozokban. Öt különböző csigafaj esetében, melyeknek mérete 1-6 mm közé esett, maximum 1000 egyed/terrárium egyedsűrűség elérését engedték. Ha az egyedsűrűség elérte az 1000 csigát dobozonként, 500 darabot áthelyeztek egy újabb szaporító edénybe. Az emellett tenyésztett 13-18 mm nagyságrendbe tartozó csigafajra 125-175, valamint a 15-28 mm nagyságú két meztelencsiga fajra 70-90 egyed/terrárium közötti egyedsűrűséget javasoltak. (KRALKA, et al., 1985).

Törekedni kell a tenyészetben az ideális egyedsűrűség beállítására, de ennek megállapítása nagyon nehéz. Avagnina például az éti csiga tenyésztéséhez a hizlaló ágyásokba 150-200, míg a szaporító ágyásokba 20 egyedeket ajánl négyzetméterenként (AVAGNINA, 2006). Ezzel ellentétben más szerzők szerint az az ideális, ha 8-nál nem több az éti csigák négyzetméterenkénti száma (THOMPSON-CHENEY, 1996).

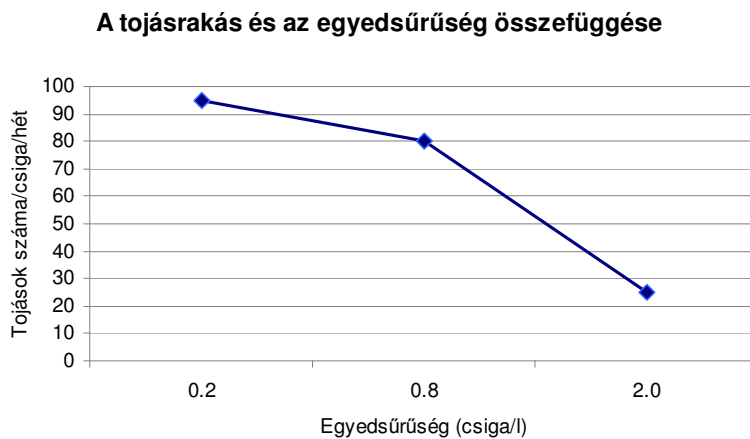
A csigatenyésztés során folyamatos odafigyelést igényel a csigák egyedsűrűségének szinten tartása. Garcia kísérletében, mely során a fiatal *Helix aspersa* növekedésére ható laboratóriumi körülményeket tanulmányozta, naponta ellenőrizte a csigák egyedsűrűségét (GARCIA, et al., 2006).

Aufderheide kísérletében a fotoperiódus és a hőmérséklet hatása mellett az egyedsűrűségnek a csigák életében betöltött szerepét is vizsgálta. Kimutatta, hogy amellet hogy a nagyobb sűrűség hatására a csigák kevesebb tojást raknak, a tojásokból kikelt csigák százalékos aránya is kisebb lesz. Ugyanakkor azt is igazolta, hogy a fiatal csigák lassabban növekednek nagyobb egyedsűrűség mellett (AUFDERHEIDE, et al., 2006).

A fent idézett cikk alapján az egyedsűrűségnek a csigák méretére (3. ábra) és a tojásrakásra (4. ábra) kifejtett hatását az alábbi két grafikonon szemléltetem:



3. ábra: A csigák végleges méretének és az egyedsűrűségnek összefüggése Aufderheide kísérletének (AUFDERHEIDE, et al., 2006) eredményei alapján



4. ábra: A tojásrakás és az egyedsűrűség összefüggése Aufderheide (AUFDERHEIDE, et al., 2006) eredményei alapján

A tenyésztés sikerességére ható főbb élettani sajátosságok

A reprodukciós sajátosságok

A nyelesszemű szárazföldi csigák hímnős állatok, tehát rendelkeznek hím és női ivarszervekkel is. A szaporodáshoz azonban mindig két egyed szükséges, mert – néhány kivételtől eltekintve – ezek a csigák nem képesek az önmegtermékenyülésre. Az önmegtermékenyítést megfigyelték már *Achatina*-fajoknál, de ez a jelenség nagyon ritka a csigák körében (AVAGNINA, 2006). A csigatenyésztés során ezért is nagyon lényeges az ideális egyedsűrűség beállítása. Ha túl kevés csigát helyeznek egy terráriumba, a szaporodás

mértéke csökkenni fog a partner megválasztásának csekély lehetősége miatt (THOMPSON-CHENEY, 1996).

A csigák ivarnyílása a fejrész jobb oldalán található. A párzást egy rövidebb udvarlási periódus előzi meg, amely a *Helicida* csigák esetében egy 4-8 mm hosszú, hegyes mésztüből álló nyíllal történik. A nyíl szerepe a partner izgalomba hozása (AVAGNINA, 2006).

A párosodás azonban nem mindig vonja maga után a tojások lerakását, ugyanis a csigák képesek a befogadott spermium (allospermium) hosszabb időn át történő tárolására. A *Helix aspersa* esetében például megfigyeltek a párzás után 4 évvel később bekövetkező tojásrakást (MAJOROS-HALMÁGYI, 2003). A tojások lerakása legtöbbször a párzás után minimum 20 nappal következik be. A csiga a talajba lábával egy 4-5 cm átmérőjű költőüreget ás, amelybe 25-30 órán át rakja le tojásait. A tojásrakás befejeztével az üreget betemeti. Az egy alkalommal lerakott tojások száma fajonként változik. A *Helix aspersa* esetében 60-90, a *Helix lucorum* esetében pedig 40-70 között változhat (AVAGNINA, 2006). A *Helix pomatia* 30-50, míg az *Achatina fulica* akár 100-400 tojást is lerakhat egyszerre (THOMPSON-CHENEY, 1996).

A tenyészdobozok kialakításánál a fent említett ok miatt is nagyon fontos a talaj megválasztása. Lényeges szempont a talaj nedvességtartalma, vastagsága, porhanyóssága és kalciumtartalma. A homokos talaj például azért nem megfelelő csigák tenyésztésére, mert ásásra nem alkalmas. A kalcium azért fontos, mert a kikelő csigáknak a talajt kell elfogyasztaniuk, ha azonban a talaj mészben szegény, a még ki nem kelt tojások elfogyasztásával fogják fedezni kalcium-igényüket (MAJOROS-HALMÁGYI, 2003). A *Helix pomatia* számára például minimum 3 hüvelyk mélységű talaj szükséges a tojásrakáshoz (THOMPSON-CHENEY, 1996).

A táplálkozási sajátosságok

A csigák –néhány ragadozó fajtól eltekintve - növényevő állatok, sokféle növényi terméket képesek elfogyasztani, akár még a papírt és a birkaürüléket is. Laboratóriumban vagy kültéri tenyészetekben nevelt csigák esetében azonban nem olyan széles körű a táplálékként felkínált anyagok köre.

A legtöbb laboratóriumi kísérlet során a csigákat sárgarépa karikákon és salátaleveleken tartják (KRÁLKA, et al., 1985; KUTZ, et al., 2000; SKORPING-HALVORSEN, 1980), míg csigahizláló kertekben főként leveles zöldségekkel vagy dercés tápokkal történik az etetés.

Az éti csigák kültéri tenyésztésére Avagnina például olyan növényeket ajánl, melyek egyrészt alkalmasak a kapaszkodásra, a fölülről lefelé történő legelésre, valamint ásványi sókban gazdagok. Ásványi sók közül a csigahéj képzése szempontjából kedvezőtlen, ha magas a szilícium tartalom, a mész pedig alacsony. A természetben főleg az alábbi növényeket preferálja a csiga: bojtorján, pásztortáska, útifű, mezei sóska, csalánfélék, gyermekláncfű, mezei zsálya. Nem kedveli például a pázsitfűféléket, a szőrös, tüskés, valamint az élénk szagot árasztó növényeket. Olaszországban a kültéri tenyésztés során főképp leveles kellel, mangolddal, napraforgóval, csicsókával, articsókával, fehér lóherével táplálják a csigákat. A beltéri tenyésztést főleg lisztes, fehérjedús, vitaminos tápokra alapozzák, melyeket önmagukban, vagy a zöld növények mellé kiegészítésként használnak fel (AVAGNINA, 2006).

Korábban elvégzett kísérletek alapján tudjuk, hogy a csigák csak a lekaszált, letört, felvagdalt növényeket észlelik. Laboratóriumi tenyésztés során tehát fontos, hogy ne teljesen friss, sérülésmentes leveleket használjunk, hanem törjük meg a növényeket, mielőtt a tenyészdobozba helyeznénk azokat. A gyümölcsöt, zöldséget is emiatt ajánlott szeletelve felhasználni. A természetben nem ritka például, hogy a csigák elfogyasztják a bomló papírt, konyhai hulladékot, ürüléket, vagy a korhadó fát is. Ezek alapján megállapítható, hogy a csigák széles táplálékbázist tudnak hasznosítani (MAJOROS-HALMÁGYI, 2003).

Az előbb említett tények miatt kerülni kell a laboratóriumi tenyésztés során az egyoldalú táplálást, valamint nagyon lényeges a kalciumforrás biztosítása nemcsak a héjképzés, hanem a szaporodás szempontjából is.

A szárazföldi csigák laboratóriumi tenyésztése során felmerülő fő problémák

A fentiek alapján kimondható, hogy a szárazföldi csigák laboratóriumi tenyésztése során a legnagyobb kihívást az optimális nedvességtartalom és talajösszetétel fenntartása, valamint az egyoldalú táplálás elkerülése jelentheti. A szaporodás sikerességét az egyedsűrűség, valamint

a felgyülemelő nyálka gátló hatása nagyban hátráltathatja. Lényeges a tenyésztési kívánt csigafaj számára az optimális hőmérséklet és fényviszonyok megteremtése.

Ezen tények ismeretében kísérletünkben igyekeztünk olyan tenyésztési módszert kidolgozni, mely során olyan önfenntartó tenyészet jön létre, ahol az állatokat minimálisan, csak az etetés idejére zavarjuk meg hetente egy-két alkalommal. Az adott csigafaj élőhelyéhez leginkább hasonló környezetet próbáltunk megteremteni, mind a talajösszetétel, mind a fényviszonyok és a páratartalom szempontjából.

Anyag és módszer

Kiválasztott csigafajok

Kísérletünk elvégzéséhez olyan fajokat választottunk ki, amelyek kicsiny méretűek, Magyarországon a természetben megtalálhatóak, valamint a szakirodalmi adatok szerint bizonyítottan a protostrongylida tüdőférgesek köztigazdái lehetnek.

A kiválasztott csigafajok: *Vallonia pulchella*

Vallonia costata

Cochlicopa lubrica

Pupilla muscorum

Oxychilus draparnaudi

A fent említett fajokon kívül próbálkoztunk még az *Achatina fulica* (afrikai óriáscsiga) laboratóriumi szaporításával és mesterséges fertőzésével is, mivel ez a faj terráriumokban jól tartható, emellett a Metastrongylidea főcsaládba tartozó *Angiostrongylus* és *Aelurostrongylus* férgekkel való fertőződését kísérletesen és a szabad természetben is megfigyelték. Mivel az *Angiostrongylus*-ok a protostrongylidákkal teljesen azonos módon fejlődnek, feltételezhető, hogy az *Achatina* csigák fogékonyak ez utóbbi féregcsoport fajaira is.

A *Vallonia pulchella* háza 1,5-2,5 mm közötti, lapított, sima, esetleg finoman vonalkázott. Színe fehér és sárgásszürke között változhat. Köldöke mély, tölcsérszerű. Szájadéka kerek, szegélye fehér ajakká vastagodott (5. ábra, 6. ábra). Holarktikus faj, egész Európában elterjedt. Leginkább a nedves területeket kedveli, de néha megtalálható napsütötte, mészkő sziklapárkányokon is. Főleg nedves réteken, füves területeken, nedves fadarabok és kövek alatt él (SOÓS-SEBESTYÉN, 1959).



5. ábra: *Vallonia pulchella* héjak (forrás: 2.)



6. ábra: Élő *Vallonia pulchella* (forrás: 3.)

A *Vallonia costata* mérete szintén 1,5-2,5 mm között változik. Háza lapos, élesen bordázott. Színe sárgásszürke. Köldöke nagyon tág, tölcsészerűen kitágult. Szájadéka majdnem kerek, szegélye szintén fehér ajakká duzzadt (7. ábra, 8. ábra). Életmódját és elterjedését tekintve megegyezik a *Vallonia pulchella*-val, azonban a magasabb hegységeken is megtalálható. Magyarországon, a síkságokon és a dombvidékeken általánosan elterjedt (SOÓS-SEBESTYÉN, 1959).



7. ábra: *Vallonia costata* héjak (saját kép) 8. ábra: Élő *Vallonia costata* (forrás: 4.)

A *Cochlicopa lubrica* házának magassága 6-6,5 mm, míg szélessége 2,5-3 mm közt változhat. Megnyúlt, tojásdad alakú, csúcsa tompa. Színe szarusárga, vörösesbarna, felszíne csillogó (9. ábra, 10. ábra). Többnyire a nedves területeket kedveli, a réteken főleg a moha és fű alatt, míg erdőben az avarban, korhadó fadarabok alatt él. Európában általánosan elterjedt, nálunk főleg hegyvidékeken, ritkábban síkságokon fordul elő (SOÓS-SEBESTYÉN, 1959).



9. ábra: *Cochlicopa lubrica* héjak (forrás: 5.) 10. ábra: Élő *Cochlicopa lubrica* (forrás: 6.)

A *Pupilla muscorum* háza alacsony henger alakú, középső része kissé kiszélesedik, csúcsa legömbölyített, színe világosbarna vagy vörösesbarna. (11. ábra, 12. ábra) Magassága 4-6 mm, szélessége 1,5-2 mm. Főképp a száraz területeket kedveli, de előfordul nedves helyeken is. Moha, lehullott lomb, korhadó fa alatt, fűben él. Európa szerte elterjedt (SOÓS-SEBESTYÉN, 1959).



11. ábra: *Pupilla muscorum* héjak (forrás: 7.)



12. ábra: Élő *Pupilla muscorum* (forrás:8.)

Az *Oxychilus draparnaudi* háza majdnem teljesen laposan feltekert korong alakú, sima, fényes, átlátszó, sárgásbarna vagy vörösesbarna. Köldöke tág, tölcsészerű. (13. ábra, 14. ábra) Nagysága 13-15 mm lehet. Életideje 2 évig terjedhet. Erdőben és bozótokban lehullott lomb, fadarabok alatt, valamint árnyékos kőrakásokban, pincékben él. Magyarországon főleg a települések területén, kertekben élő faj (SOÓS-SEBESTYÉN, 1959). Több forrás ragadozó fajnak tartja (BOGON, 1990; SCHULTES, 2011).



13. ábra: *Oxychilus draparnaudi* héjak (forrás: 9.)



14. ábra: Élő *Oxychilus draparnaudi* (forrás:10.)

Az *Achatina fulica* házának alakja hosszúkás, elkeskenyedő kúp alakú. Nagysága elérheti a 20 cm-t, színe világosbarna sötétbarna sávokkal. (15. ábra, 16. ábra) Ha a környezeti feltételek kedvezőek, életidejük akár 10 évig is terjedhet. Eredetileg Kelet-Afrikában őshonos, de jelenleg sok szubtrópusi és trópusi országba behurcolták, ahol mezőgazdasági kártevővé vált. Ha egy területen megtelepedik, onnan kiirtani nagyon nehéz (LAMBERT, et al., 1999).



15. ábra: *Achatina fulica* héjak (forrás: 11.)



16. ábra: Élő *Achatina fulica* (forrás: 12.)

A csigák gyűjtése

A *Vallonia*-fajokat, a *Cochlicopa lubrica* és a *Pupilla muscorum* csigákat a SZIE Állatorvos-tudományi Kar parkjában, valamint egy Pest belvárosában található társasház udvarának elhanyagolt, érintetlen sarkában felhalmozódott avarból gyűjtöttük. Az egyetem parkjában egy mohával gazdagon benőtt, árnyékos helyen végeztük el a gyűjtést, míg a társasház udvarában egy vadszőlő által benőtt, érintetlen fal aljában lévő növényzet közt kerestük a csigákat.

Mindkét helyen összesöpörtük a földön lévő korhadékot, az apró növényzetet, valamint a talaj legfelső rétegét megközelítőleg 0,5 cm vastagságban. Az így gyűjtött avarmintákból szitálással nyertük ki a csigákat. A keresett csigák méretétől függően olyan lyukméretű szitákkal szitáltuk át az avarmintákat, amelyeken a csigák átestek, de a náluk nagyobb szemcséjű törmelék nem. A csigák méreténél kisebb szemcséjű homok frakciót sűrű szövésű szitával távolítottuk el a mintákból. A megmaradt avartörmeléket vízben szuszpendáltuk, amelyben az élő csigák elsüllyedtek. A szuszpenzióból dekantáltuk a növényi részeket, majd a kavicsos üledékből csipesszel kiszedegettük az élő csigákat sztereomikroszkóp segítségével.

Az *Oxychilus draparnaudi* csigákat szintén a SZIE Állatorvos-tudományi Kar parkjában gyűjtöttük, de mivel ezek a csigák szabad szemmel is könnyen észrevehetőek voltak az avarban, ezért egyszerűen összeszedettük azokat egy borostyánnal benőtt és fákkal-bokrokkal árnyékolt területen. A növényeket félrehajtva, a talaj felszínén szabad szemmel is láthatóvá váltak a csigák, melyeket így könnyen össze tudunk gyűjteni.

Az *Achatina fulica* csigák esetében a Parazitológiai és Állattani Tanszék állatszobájában évek óta fenntartott kis populáció 2-3 hetes korú utódai közül választottuk ki a kísérlethez felhasznált egyedeket.

A terráriumok leírása

A különböző csigák esetében többféle tartási móddal is próbálkoztunk. A *Vallonia*, *Cochlicopa* és *Pupilla* csigákat azonos körülmények között próbáltuk nevelni, többféle

módon. Abból indultunk ki, hogy az ilyen csigák nevelésére Vrancsik Eszter állatorvos hallgató által 2008-ban alkalmazott csiga-terráriumok egyes elemeit igyekezzünk felhasználni. Az általa alkalmazott és szakdolgozatában leírt tenyésztő terráriumok részben beváltak a csigák tartására és szaporítására, de huzamosabb időn át nem lehetett bennük permanens populációkat létrehozni. Vrancsik egy műanyag doboz alját és tetejét vágta ki, majd hálóval ragasztotta le. A dobozt talpakon egy nagyobb, vizet tartalmazó edénybe helyezte, így az alulról elpárolgó nedvesség a nyílás közelében 100% relatív páratartalmat hozott létre. A csigák számára egy fából és üveglapokból álló polcrendszert helyezett a dobozokba, hogy az a mászásra szolgáló teret növelje. Ennek hátránya az volt, hogy a polcrendszeren nyugalomba kerülő csigák nem mászkáltak tovább táplálékot keresve, hanem annak hiányában rajta pusztultak el, ha időnként nem söpörték le őket onnan (VRANCSIK, 2008). Mivel ez az állandó felügyeletet igénylő módszer nagyon munkaigényessé és bizonytalanná tette a csigatenyésztést, a tartási módszert tovább kellett fejleszteni olyan módon, hogy annak alkalmazása során a csigák spontán keressék meg a táplálékukat.

Első próbálkozásunk alkalmával olyan 15x10x cm-es, 3 cm vastag hungarocell darabokat készítettünk, melyeknek egyik felszíne egyenetlen volt. A lapok két hosszanti végén egy-egy párhuzamos rést vágunk, majd az így kapott nyílásokon egy ruhadarabot vezettünk át, amelyet az egyenetlen felületen simára igazítottunk úgy, hogy a ruha két vége a hungarocell másik oldalán lógott le. A téglalap alakú hungarocell darabok 4 sarkába fogpiszkáló pálcikát szúrtunk, majd egy vizet tartalmazó műanyag edénybe helyeztük a lemezeket. A fogpiszkáló megakadályozta, hogy a hungarocell darab az edény falával érintkezzen. Ezáltal meggátoltuk, hogy a csigák az úszó hungarocell „szigetről” kimásszanak a doboz falára. Ezek után a hungarocell egyenetlen felületére mohapárnákat helyeztünk. Mivel a textil két vége vízbe ért, annak felülete folyamatosan nedves volt, megfelelő körülményeket teremtve a mohanövénynek. A csigákat ezek után a növény felületére helyeztük. A korábbi módszerrel szemben itt a dobozt nem kellett lezárni a csigák kiszabadulásának megakadályozása céljából, mert a csigák az úszó szigetről nem tudtak felmászni az edény oldalára, ugyanakkor szabad légmozgás érhetett a csigákat, és a körülöttük lévő levegő páratartalma mindig változó volt. Ilyen módon a csigák váltakozó aktivitásra voltak készítetve.

Később annyit változtattunk az előbbi módszeren, hogy a textil felületére több, egymásra helyezett, mohával már eredetileg benőtt fakéreg darabot helyeztünk, melyeknek a textildarab felé tekintő oldala homorú volt. Mivel a kéregdarabok nedves felületen voltak, így azok alsó

rétege nem száradt ki. A csigák választhattak a különböző nedvességtartalmú kéregek közül, illetve azok felső, vagy alsó felszínén is tartózkodhattak. Ezáltal maguk választhatták meg az igényeiknek megfelelő fényviszonyokat is.

A harmadik módszer során 25x18 cm nagyságú műanyag edények alját nagyjából 3 cm vastagságban földkeverékkel béleltük ki. A földkeveréket leszitált, erdőben gyűjtött termőföld és bolti virágföld 1:1 arányú keverékéből készítettük el. Így biztosítottuk a porhanyósságot és a megfelelő ásványi anyag tartalmat. A doboz közepébe egy vízzel feltöltött Petri-csészét helyeztünk a megfelelő nedvesség biztosítása érdekében. A Petri-csészére egy, a homorú oldalával lefelé lévő, mohával benőtt kéregdarabot helyeztünk (17. ábra). A doboz tetejét végül a gyárilag hozzá tartozó, apró nyílásokkal rendelkező műanyag tetővel zártuk le. A tetőre szitaszövetet ragasztottunk, hogy megakadályozzuk a csigák nyílásokon át történő kimászását. E módszer során a csigák önként választhattak a különböző nedvességtartalmú helyek közül, mert a csigák környezete csak a vízzel telt Petri-csésze körül volt nedves, de a doboz periferiáján nem. A korábbi szakdolgozatban leírt és az előző két módszerrel szemben tehát itt nem alulról, teljes felületén kapta a nedvességet a rendszer, hanem csak az edény közepéről. Mivel a talaj nedvességtartalma a Petri-csészétől távolodva az edény fala felé fokozatosan csökkent és a tenyészedény fala teljesen száraz maradt, a csigák nem másztak a dobozfalra és onnan a fedélre. A fényviszonyok heterogenitását a kéregdarab biztosította.



17. ábra: *Vallonia* spp. számára berendezett terrárium (saját kép)

Az *Oxychilus draparnaudi* esetében a fentebb leírt „úszó szigetes” módszert alkalmaztuk azzal a különbséggel, hogy a textil felületére nem mohát, hanem 2 cm vastagságban

földkeveréket rétegeztünk (18. ábra). A földkeveréket a csigák eredeti élőhelyén gyűjtöttük, melyre szintén ugyanonnan származó korhadékot szórtunk. Kétféle módszerrel próbáltuk a csigák aktivitását befolyásolni: elsőként az úszósziget felületét szabadon hagytuk, míg a másik esetben papírból készült dobozzal fedtük le. A papírdoboznak az alábbi szerepei voltak:

1. A csigák vízbe mászásának megakadályozása.
2. Az átnedvesedett papír táplálékul is szolgált a csigák számára.
3. A faj eredeti élőhelyéhez hasonló, árnyékos fényviszonyokat teremtett.



18. ábra: *Oxychilus draparnaudi* egyedek az „úszó szigeten” (saját kép)

Az *Achatina fulica* csigák számára egy 100 literes üveg terráriumot rendeztünk be, melynek tetejét ráccsal fedtük le, hogy a csigák kimászását megakadályozzuk. A terrárium aljára megközelítőleg 8 cm vastagságú virágföldet rétegeztünk.

Tartásmód

A csigák számára a nedvesség az egyik legfontosabb környezeti tényező. Szervezetüknek a szárazság elviselése éppoly gondot okoz, mint a telített páratartalom. Kísérleteink során igyekeztünk olyan környezetet kialakítani, ahol a csigák szabadon választhatnak a különböző nedvességtartalmú helyek közül.

Az úszó szigetes módszer esetén a nedvességet egyrészt a textil által felszívott, másrészt a műanyag edényben, a hungarocell darabot körülvevő vízből elpárolgó nedvesség is biztosította.

A kistestű csigák (*Vallonia*, *Cochlicopa*, és *Pupilla*) esetében alkalmazott módszer során a vizet a tenyészdoboz közepére helyezett Petri-csészében néhány naponta pótoltuk. A talaj és a csészét fedő kéreg nedvességtartalma a Petri-csészétől az edény fala felé haladva fokozatosan csökkent, ezáltal a csigák maguk választhatták ki a számukra kedvező körülményeket biztosító aljzatot.

Az *Achatina fulica* tartása során külön nedvességforrást nem helyeztünk a terráriumba. Ha a talaj nedvességtartalma lecsökkent, azt víz permetezésével pótoltuk.

A környezeti hőmérsékletet nem szabályoztuk, a csigákat szobahőmérsékleten, 20-25 °C-on tartottuk a Parazitológiai és Állattani Tanszék állatszobájában.

Mesterséges megvilágítást nem alkalmaztunk, a terráriumokat természetes fényben, félárnyékos környezetben helyeztük el.

A csigák számára szükséges tápanyagot hetente 1-2 alkalommal a dobozokba helyezett, meggyűrt salátalevéllal, gyermekláncfű levéllel vagy uborkakarikával biztosítottuk. Azért volt szükség a levelek felületének megtörésére, mert a csigákat a növényekből felszabaduló illatanyagok vonzzák. Az élő mohanövény is táplálékforrásként szolgált a kistestű fajok számára.

Noha az *Oxychilus draparnaudi* csigát a szakirodalom ragadozó fajnak említi, nekünk sikerült uborka szeleteken nevelni ezeket az állatokat. Ez a csigafaj előnyben részesítette az uborkát a salátával és a gyermekláncfű levéllel szemben. A 19. ábrán egy *O. draparnaudi* látható uborkaszelet fogyasztása közben. Megfigyelhető volt, hogy abban az esetben, amikor az úszó sziget tetejére egy lefelé fordított papírdobozt helyeztünk, a csigák a papírt is elfogyasztották.



19. ábra: *Oxychilus draparnaudi* csiga táplálkozás közben (saját kép)

A szükséges kalcium-pótlást a talajra szórt mészpórral biztosítottuk, míg az *O. draparnaudi* és az *A. fulica* esetében apró szépiacsont darabokat helyeztünk el a tenyésztő edényekben.

Kísérleteink során kerültük az állatok felesleges megzavarását, s a csigákat csak heti 1-2 alkalommal, az etetés és a víz pótlás alkalmával vizsgáltuk meg. Ennek oka az volt, hogy olyan módszert igyekeztünk kidolgozni, amely minimális odafigyelés mellett is egy önfenntartó populációt tud fenntartani, mivel a csigáknak megfelelő, az eredeti élőhelyükhöz leginkább hasonló életkörülményeket tudunk biztosítani.

A parazitákkal szembeni fogékonyság tesztelése

Fertőzési kísérlet céljából 25 *Vallonia pulchella* és 7 darab *Pupilla muscorum* egyedeket választottunk ki. Az *Achatina fulica* esetében 85 fiatal, 1-3 cm-es héjú csigát fertőztünk. A kiválasztott csigákat juh bélsárból izolált, első stádiumú *Protostrongylus*-lárvákkal fertőztük.

A juh bélsarat a Balaton-felvidéken, Öcs, illetve Óskü település határában található juhászatban gyűjtöttem. A bélsárból a lárvákat poharas Baermann-módszerrel 24 óra alatt nyertük ki, majd a fertőzést kétféle módon vittük véghez.

Az első módszer során a vízben szuszpendált lárvákat pipettával egy fedővel ellátott Petri-csészébe helyeztük, majd ebbe raktuk a csigákat is. A csigák a több száz lárvát tartalmazó, 4-5 mm mély vízrétegben mászkáltak, de a lárvákat nem számoltuk meg, mert nem a fertőzés intenzitására voltunk kíváncsiak, hanem csak a fertőzés megeredésére. A Petri-csészét a lárvák aktivitásának fokozása érdekében asztali lámpával melegítettük. A csigákat 3-4 órán keresztül tartottuk a csészében, majd eredeti tenyészdobozukba helyeztük vissza. A fertőzés eredményét 4 hét elteltével vizsgáltuk a csigák talpának mikroszkópos megtekintésével.

Egy másik fertőzési módszerrel a bélsárból izolált lárvákat közvetlenül a csigák dobozába, a talaj felszínére pipettáztuk át. Igyekeztünk olyan helyre juttatni a lárvákat, ahol több csiga tartózkodott egy időben.

A fertőzés sikerességét mindkét fertőzés után azonos módon ellenőriztük. Mivel a csigák izomzatában fejlődő tüdőféreg lárvák csak friss, nem rögzített szövetben vizsgálhatók teljes biztonsággal, az élő állatokat a ház és a zsigerek gyors szétnyomásával extermináltuk, majd levágtuk a talpi részt. Ezután sztereomikroszkóp alatt két tárgylemez közt összenyomtuk az izmos talpat, olyan vékony preparátumot létrehozva, amely áttetsző lett. Az így kapott izompreparátumot fénymikroszkóp alatt áteső fényben vizsgáltuk.

Eredmények

A csigák túlélése, szaporodása

A csigák túlélése, szaporasága az egyes tartási módszerek során jelentősen eltérő volt, ezért kellett a munka során változtatnunk a tartási körülményeket.

A *Vallonia*, *Cochlicopa* és *Pupilla* csigák esetén először az úszó hungarocell felületére helyezett mohanövénnyel próbálkoztunk kialakítani megfelelő életkörülményeket. A módszer hátránya az volt, hogy az esetek többségében a mohanövény a textil túlzott nedvességtartalma miatt hamar elpusztult. Hiába párolgott el a moha felületén a víz, a mohapárnák alulról folyamatosan telítődtek vízzel, és nem tudtak sarjadzani, növekedni, hanem megrothadtak. Mivel a csigák életben maradása a mohától függött, sok közülük elpusztult, és az életben maradtak nem szaporodtak. Még sikeresen fenntartott csigacsoportokban sem találtunk tojásokat és fiatal egyedeket, tehát önfenntartó tenyészetet nem sikerült ezzel a módszerrel kialakítani.

Ezen hátrányok miatt később inkább több, mohával már eredetileg benőtt fakérget helyeztünk egymásra a textil felületén a mohapárnák helyett. Elképzelésünk az volt, hogy ezzel a módszerrel a moha hosszabb ideig életben marad, valamint a csigáknak is kedvezőbb, hogy a különböző nedvességtartalmú helyek közül önállóan választhatnak. Kísérletünk során a mohanövényeket már sikerült életben tartani, ám a csigák továbbra sem szaporodtak. Tehát ezzel a módszerrel sem tudtunk tenyészetet kialakítani. Emellett több csiga a kéreg száraz oldalán a nedvességtartalom csökkenésének hatására nyugalmi állapotba került, onnan nem mászott el, így egy idő után elpusztult.

A *Vallonia*, *Cochlicopa* és *Pupilla* csigák esetében hosszú ideig perzisztáló tenyészetet sikerült létrehozunk azzal a módszerrel, melynek során a műanyagdoboz közepére helyezett vizet tartalmazó Petri-csészéből elpárolgó víz biztosította a megfelelő nedvességet. A csigák a doboz különböző pontjain, a Petri-csészétől változó távolságban tartózkodtak. A doboz falán, illetve tetején nem volt jellemző a csigák előfordulása. Ezáltal kedvezőbb körülményeket sikerült teremteni, mint a korábbi szakdolgozatban alkalmazott módszer során, annak ellenére,

hogy a vízpótlás nem folyamatosan történt, mint a Vrancsik-féle és az általunk alkalmazott többi módszer esetében, hanem időszakosan a Petri-csésze utántöltésével. A dobozban több csigatojást is találtunk a mohanövényen (20. ábra), a talajban, és a talaj felszínén, emellett folyamatosan voltak jelen fiatal egyedek is. Ezen megfigyeléseink alapján kimondható, hogy sikerült olyan csigatenyészetet létrehozunk, amely hosszú távon is önfenntartó lehet.



20. ábra: A mohanövény felülete tojásokkal (saját kép)

Az *Oxychilus draparnaudi* tartása során alkalmazott módszer hátránya az volt, hogy a talaj gyakran túlságosan átnedvesedett, ezért folyamatos odafigyelést igényelt. Az úszó sziget felületére helyezett papírdoboz 2-3 hét alatt annyira átnedvesedett, hogy összeesett, ezért 2-3 hetente ki kellett azt cserélni. Előfordult az is, hogy a csigák kirágva a dobozt ki tudtak mászni alóla. Kísérleteink során 8 tenyészetet alakítottunk ki. Az első 7 tenyészet felületére 6-6 darab csigát helyeztünk, melyek 4-5 hétig maradtak életben. Nagyobb részük a talaj felszínén pusztult el, míg kisebb hányaduk a vízbe esve fulladt meg. A nyolcadik úszósziget felületére 11 csigát helyeztünk. A talaj annyiban különbözött az előzőektől, hogy több korhadékot raktunk a földréteg tetejére. A csigák közül 8 állatot sikerült így fél évig életben tartani, a másik három a vízbe esve pusztult el. Így ezzel a módszerrel csak életben tudtuk tartani az állatokat, de szaporítani nem sikerült azokat. Ennek a tenyésztési próbálkozásnak az igazi eredménye az volt, hogy az *Oxychilus* csigákat sikerült huzamosabb ideig növényi táplálékon tartanunk, és ezzel igazoltuk, hogy az állat nem feltétlenül ragadozó életmódú.

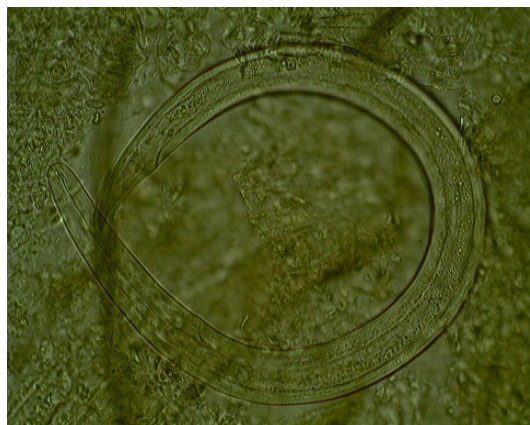
Az *Achatina fulica* laboratóriumi tartása a fent említett módon könnyedén kivitelezhető volt. A csigák az egyszerű berendezésű terráriumban is jól érezték magukat, időnként nagyszámú petét produkáltak és gyorsan növekedtek. Hosszú élettartamuk miatt nem volt lehetőségem az egymást váltó generációk megfigyelésére.

A tüdőféreg lárvákkal szembeni fogékonyság tesztelése

A mesterséges körülmények között fertőzött és megvizsgált 25 *Vallonia pulchella* csiga közül 11-ben, míg a 7 *Pupilla muscorum* esetében 3-ban találtunk második stádiumú, élő lárvákat. Ezek a Protostrongylus-lárvák színtelen burkú, a végleges gazda fertőzésére még képtelen férgek voltak, amelyek a harmadik stádiumba csak további fejlődés után kerültek volna (21. és 22. ábra). Rendszerint 1-2 élő lárvét találtunk a csigák testében, de a lárvák pontos számának meghatározása nehézségbe ütközött az elhalt lárvákkal és levedlett lárvaburkokkal való könnyű összetéveszthetőség miatt. A lárvákkal való fertőzés megeredése mindenesetre bizonyította, hogy a laboratóriumi tenyésztésre kiválasztott *Vallonia* és *Pupilla* csigák alkalmasak lesznek a gócos tüdőférgességet okozó tüdőféreg kísérletes vizsgálatára.



21. ábra: *Vallonia pulchella* talpában izolált második stádiumú lárvák (saját kép)



22. ábra: Második stádiumú lárva *Pupilla muscorum* talpában (saját kép)

Az *Achatina fulica* esetében, a lárvasuszpenzióba helyezett 85 csiga egyikében sem sikerült kimutatnunk megfelelően fejlődő tüdőféreg lárvákat. Bár a faj az irodalmi adatok szerint alkalmas lenne a tüdőféreg lárvák laboratóriumi fenntartására - hiszen könnyen szaporítható laboratóriumi körülmények között, és fogékony is a protostrongylida-lárvákra - a mi fertőzési kísérletünket több tényező nehezítette. A kezdetben fehér izomzatú csigák gyors növekedése közben a test egyre sötétebbé vált, és a lárvák detektálása a talpi rész pigmentáltsága és nagy tömege miatt egyre nehezebb lett. Bár a fertőzés megtörténte után 4 héttel ellenőriztük a kísérlet sikerességét, az afrikai óriáscsigák egy hónap alatt akkora növekedésen estek át, hogy a nagy méretű talpi részt szinte lehetetlen volt teljes alaposággal átvizsgálni. Élő lárvát csak három csigából sikerült kimutatni, de ezek sem voltak teljesen fejlett 2. stádiumú lárvák (23. ábra). Egy csigában egy körülhatárolt gócban találtunk elpusztult első stádiumú lárvát.



23. ábra: *Achatina fulica* talpizomzata kevésbé fejlett, második stádiumú lárvákkal (saját kép)

Megbeszélés

Munkánk célja az volt, hogy a korábban, Vrancsik (2008) által kidolgozott beltéri tenyésztési módszert tovább fejlesztve olyan körülményeket teremtsünk a kistestű szárazföldi csigák számára, melyben azok minimális odafigyelés mellett egész évben szaporodnak. A csigák zárt téri nevelését nagyon megnehezíti, hogy az általuk igényelt különböző környezeti tényezők természetes váltakozását nagyon nehéz mesterséges módon biztosítani, ezért az állatházban való tartásuk extrém módon munkaigényes és még így sem feltétlenül sikeres. Mivel e primitív gerinctelenek szinte minden életfolyamata szélsőségesen környezetfüggő, - hiszen homeosztatisz szabályozásuk stabilitása meg sem közelíti a melegvérű gerincesek kvázi környezetfüggetlen fiziológiai stabilitását – mesterséges nevelés esetén nekünk kell optimalizálni minden rájuk ható környezeti hatást ahhoz, hogy az számukra megfelelő legyen. Azonban a csigák tartásához nem elég csupán az aktivitásukhoz szükséges faktorokat biztosítani, hanem az időnkénti pihenésekre is szükségük van, ezért a nyugalmi és aktivitási periódusokat is nekünk kell biztosítanunk. E periódusok egészen eltérő időtartamúak lehetnek az egyes életszakaszok vagy akár az egyes egyedek esetében is, ezért standardizált környezetben vegyes korú, természetes megoszlású csigapopulációt tartani nehéz. Ugyanakkor értelemszerű, hogy az állatházi körülmények között mindenképpen valamilyen standardizált tartási módszert lehet csak kivitelezni, amit ideális esetben oly módon kell megoldani, hogy az a csiga állomány legnagyobb részének megfeleljen. Mivel eddig csak kültéri körülmények között, az időjárás szeszélyeinek kitett tenyészetekben folytattak sikeres csiganevelést, főleg az ezzel kapcsolatos ismereteket tudtuk felhasználni a tenyészdobozokban tartani kívánt csigák esetében.

Több módszer egyidejű kipróbálása után a *Vallonia*, *Cochlicopa* és *Pupilla* csigák esetében a műanyagdobozokban kialakított terráriumok egyik formája tűnt a legmegfelelőbbnek a folyamatos csiganevelésre. Ezen csigák tartására összesen három módszert próbáltunk ki, s úgy tűnik, hogy közülük az egyikkel sikerült célunknak megfelelő tenyészetet kialakítani. Ezt bizonyította, hogy a csigák legalább egy fél éven keresztül folyamatosan szaporodtak, mivel a tenyészdobozban sok fiatal egyed és tojás volt megfigyelhető. Ez a módszer abból állt, hogy egy vízzel telt Petri-csészét raktunk a földkeverékkel bélelt szaporító doboz közepébe, a Petri-csészére pedig mohával benőtt kérget helyeztünk. A nedvesség és a fény emiatt nem egyenletesen oszlott el a csigák környezetében, és választani tudtak a számukra éppen

kedvező helyek között. A mikrohabitatok diverzitását ily módon biztosítva nagyobb életben maradási és szaporodási sikert értünk el, mint amikor a tenyészedényekben egyenletes nedvesség és fény eloszlást biztosítottunk az állatok számára.

Habár a csigák hosszabb-rövidebb ideig életben maradtak, ha aljzatukat egy úszó szigetre helyezve egyenletesen nedvesítettük, a tenyészdobozban sem tojásokat, sem fiatal egyedeket nem találtunk. Az „úszó sziget” típusú tartás akkor sem bizonyult eredményesnek, ha arra fakéreg darabokat helyeztünk az árnyékolás érdekében. Az ilyen típusú tartás akkor sem bizonyult hosszabb távon eredményesnek, ha kartonpapír dobozzal árnyékoltuk le a talajfelszínt. Ez utóbbi módszerrel az *Oxychilus draparnaudi* csiga tartása során próbálkoztunk, elsősorban a csigák szétmászásának megakadályozása végett. Az *O. draparnaudi* esetében nem sikerült öfenntartó tenyészetet kialakítanunk, s noha 8 csigát sikerült fél évig életben tartani, azok a biztosított környezeti feltételek mellett nem szaporodtak, csupán növekedtek. Eredménynek könyvelhetjük el azonban azt, hogy e csigát sikerült növényi táplálékon tartani, holott a szakirodalom ragadozó csigaként aposztrofálja e fajt. Mivel indokoltan feltételezhető, hogy ez a faj is alkalmas lehet parazita lárvák hordozására, érdemes a tenyésztésére alkalmas körülmények megteremtésének kidolgozásával továbbra is foglalkozni.

A különböző tartási módszerek sikerességében fellépő különbségek főképpen az általuk létrehozott mikrohabitatok különbözőségével magyarázhatók. Mivel a tartási hőmérséklet, az általános fényviszonyok, valamint a csigák számára biztosított tápanyagok azonosak voltak, az egyes esetekben a szaporítás sikertelenségét nagy valószínűséggel a tenyész-dobozokban létrejövő eltérő nedvességi viszonyok okozhatták. Abban az esetben, ha a talajnedvesség és az ezzel összefüggő relatív páratartalom túl magas volt, a csigák hamarabb elpusztultak, mintsem hogy tojásokat tudtak volna rakni. Akkor sikerült tenyészteni a csigákat, ha a doboz különböző pontjain lényegesen eltérő volt a nedvességtartalom, és a csigák szabadon mozoghattak az eltérő nedvességű pontok között. Az eredményesnek bizonyuló módszerrel sikerült elkerülni azt is, hogy a csigák a doboz falán, illetve tetején pihenés közben kiszáradjanak. Paradox módon ez utóbbi nemkívánatos jelenség a nagyon nedves aljzatú tenyésztedényekben következik be, ahol a csigák, talán éppen a túlzott nedvesség elől menekülve, az edény falára másznak, és ott pihenő állapotban elpusztulnak. Ez volt a hátránya a korábban Vrancsik által közölt tenyésztési eljárásnak is, amelyik ugyan sikeres volt, de a tenyészetek rendszeres ellenőrzését követelte meg. Hosszú távon az sem megoldás, ha a

csigákat állandóan aktív állapotban tartjuk, mert a csigáknak a pihenési időszakok ugyanolyan fontosak, mint a táplálkozási periódusok.

Tenyésztési próbálkozásainknak tehát az az egyik fontos szempontja, hogy a csigák minél kevesebb zavarása mellett oldjuk meg a tenyésztésüket. Ugyanis ha például a tenyészdobozok falára felmászó és ott pihenő csigákat rendszeresen lesöpörjük és ezzel mesterségesen aktivitásra készítjük őket, nem feltétlenül érjük el azt, hogy táplálkozzanak is egyúttal, hanem az ismételt zavarás csak kimeríti tartalékaikat, és hamarabb pusztulnak el, mintha ébredésük spontán módon következne be. Ezért az a csigatartási módszer az ideális, amelynél a csigák maguktól váltogatják aktív „ébrenléti” és inaktív „alvási” szakaszaikat. Eddigi eredményeink alapján az általunk alkalmazott „tavacszás” tenyészedeények közelítik meg leginkább az általunk vizsgált csigák igényeit, mindamelllett, hogy azok tesztelése még hosszú ideig tarthat. Valószínű, hogy a hosszabb pihenési szakaszokat lehetővé tevő módszerrel lassabb ütemben történik a csigák fejlődése, de legalább reményünk lehet arra, hogy a populációk nem öregednek el, hanem önfenntartó módon állandósulnak.

A *Vallonia pulchella* és a *Pupilla muscorum* csigák esetében, a korábbi szakirodalmi állításokkal megegyezően, a csigák fertőzésével magunknak is sikerült kísérletiesen igazolnunk, hogy ezek a fajok protostrongylida tüdőféreg köztigazdái lehetnek. Mesterséges laboratóriumi tartásuk ezért nagyon kívánatos lenne a helmintológiai kutatások céljára. Ugyanakkor az egyébként könnyen terráriumban tartható *Achatina fulica* csigákat azok túlzottan nagy mérete és a talpuk vastag izomzatának erős pigmentáltsága miatt nem találtuk praktikusnak a tüdőféreg lárvák nevelése céljából, bár más szerzők ennek lehetőségét bebizonyították. A magyarországi csigák és hazai állatfajokat fertőző tüdőféreg kísérletes vizsgálatának éppen az lenne a jelentősége, hogy minél inkább megközelítsük a természetes viszonyokat, és ezért érdemes preferálni azon csigák tenyésztését, amelyek természetes körülmények között is szerepet játszanak házi és vadon élő emlőseink parazitózisainak fenntartásában.

Összefoglalás

A szárazföldi és a vízi csigák parazitológiai szempontból fontos élőlények, mert sok féregfaj fejlődése során köztigazda szerepet töltenek be. A parazitikus férgek lárvális formái fejlődnek bennük, majd belőlük jutnak az úgynevezett végleges gazdába, ahol ivaréretté válnak. Az ilyen indirekt módon fejlődő élősködők tanulmányozásához használják a fertőzésmentes, mesterséges környezetben nevelt csigákat. Míg vízi csigákat viszonylag könnyű akváriumokban nevelni, a szárazföldi csigák állatházi körülmények között való tartása munkaigényes, nehéz folyamat. Zárt térben szárazföldi csigákat sok generáción keresztül nem is tudnak sikeresen tenyészteni, mert még nem ismerjük eléggé e környezeti hatásoktól erősen függő állatok igényeit.

Annak érdekében, hogy például az emlősök gócos tüdőférgességét okozó protostrongylidákat, vagy a lándzsásmételykórt okozó *Dicrocoelium* férgemet laboratóriumban tanulmányozhassunk, szárazföldi csigákat kell mesterséges környezetben nevelnünk. Munkám során különböző eljárásokat próbáltam ki néhány kisebb nyelesszemű tüdőcsiga-faj állatházi körülmények között történő szaporítására. *Vallonia costata*, *Vallonia pulchella*, *Cochlicopa lubrica*, *Pupilla muscorum* és *Oxychilus draparnaudi* csigákat neveltem műanyag edényekben, finomra szitált talajon. A csigák szétmászását egyik esetben úgy akadályoztam meg, hogy azokat egy vízen úszó műanyag darabon kialakított mesterséges „szigeten” neveltem, a másik esetben fedéllel ellátott, talajt tartalmazó dobozba helyeztem őket. A csigáknak kartonpapírból vagy fakéreg darabokból készítettem búvóhelyet és friss zöldségdarabkákkal tápláltam őket. A nedvességet az alájuk helyeztem, vízbe merülő textil darabokkal, vagy üvegcsészébe öntött vízzel biztosítottam. A fenti eljárások kombinációi közül a *Vallonia*, *Cochlicopa* és *Pupilla* csigák tenyésztésére az vált be, amikor átlátszó fedelű dobozban tartottam őket és finomszemcsés talaj közepére vízzel telt edénykét helyeztem, amit mohalepte fakéreg darabokkal borítottam le. Az *Oxychilus* csigákat nem sikerült szaporítanom, de megállapítottam, hogy azok a szakirodalmi állítások ellenére, növényi táplálékon is tarthatók, holott ragadozó csigáknak tartják őket.

A *V. pulchella* és *P. muscorum* csigákat sikeresen fertőztem juhból származó protostrongylida lárvákkal. Ezek a csigák tehát alkalmasak a protostrongylidák lárváinak tanulmányozására és megvan az esély rá, hogy az általam alkalmazott módszerrel önfenntartó populációkat lehessen tartani belőlük laboratóriumokban is.

Summary

Some development on propagation of land snails in enclosures for experimental parasitology

The terrestrial and aquatic snails are important animals from parasitological point of view because many helminths are able to infect them and can develop inside their body. Usually the larval forms of parasitic worms can develop in them, thereafter the worms get into another animal, so-called definitive host, where they become sexually mature. This type of life cycle also called “indirect way of development” can be studied in laboratory with the help of parasite-free snails reared in an artificial environment. While aquatic snails can be bred in aquaria relatively easily, the rearing of *land snails* in artificial environment is a labour-intensive and difficult task. More generations of land snails can't be bred successfully in enclosures in buildings, because these primitive invertebrates strongly depend on impacts of outer milieu and we don't know enough to simulate the convenient effects of their natural habitats they need.

In order to study the protostrongylid nematodes or *Dicrocoelium* lancet-flukes in the laboratory, we need to keep parasite-free terrestrial snails in artificial environment. I tried to find a useful procedure for breeding small Stylommatophoran gastropods in plastic containers. I succeeded to sustain populations of *Vallonia costata*, *Vallonia pulchella*, *Cochlicopa lubrica*, *Pupilla muscorum* and *Oxychilus draparnaudi* snails in containers, filled with water or lined with small grained soil. The “artificial island” method, when I kept them on a floating piece of plastic surrounded by water prevented the snails to escape. In other cases I raised the snails in covered boxes. In rearing containers I put cardboard box or pieces of bark as shelter and fed the snails with pieces of fresh vegetables. The moisture was provided by wet textile placed beneath the soil and immersed in water, or by water-filled Petridish at the center of the container. I could breed the *Vallonia*, *Cochlicopa* and *Pupilla* snails when I was keeping them in a transparent lid box lined with a fine-grained soil and a water-filled dish on the middle of the container. In these containers the dish was covered by some pieces of moss-shrouded bark. The *Oxychilus* snails failed to breed for months, but I observed that these snails assumed to be carnivorous consumed plant food notwithstanding some literature claim.

The reared *Vallonia* and *Pupilla* snails were successfully infected with the larvae of protostrongyles previously collected from sheep. There is a possibility that the method I used to keep them can produce self-sustaining populations in the laboratory as well.

Irodalomjegyzék

ANSART, A. et al.: Photoperiod Is the Main Cue That Triggers Supercooling Ability in the Land Snail, *Heliy aspersa* (Gastropoda: Helicidae). *Cryobiology*, 2001. **42**, p. 266-273.

URL:

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MiamiImageURL&_cid=272573&_user=10137907&_pii=S0011224001923326&_check=y&_origin=&_coverDate=30-Jun-2001&_view=c&_wchp=dGLbVIS-zSkzk&_valck=1&md5=7f6c5eea53f39f093a7adb325b888194&ie=/sdarticle.pdf Letöltés ideje: 2011.09.30.

AUFDERHEIDE, J. et al.: Effects of husbandry parameters on the life-history traits of the apple snail, *Marisa cornuarietis*: effects of temperature, photoperiod, and population density. *Invertebrate Biology*, 2006. **125** (1). p. 9-20. URL:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2582394/pdf/ivb_35.pdf Letöltés ideje: 2011.09.22

AVAGNINA, G.: Csigatenyésztés. Nemzetközi Csigatenyésztési Intézet, Cherasco-Olaszország, 2006. 199 p. (magyar nyelvű kiadás)

BOGON, K.: Landschnecken: Biologie – Ökologie – Biotopschutz. Augsburg: Natur Verlag, 1990. 404 p.

FLARI, V. – LAZARIDOU-DIMITRIADOU, M.: The locomotor activity rhythm of the edible snail, *Helix lucorum* L., in symmetrical skeleton photoperiod regimes. *Animal Behaviour*, 1995. **50**. p. 635-644. URL:

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MiamiImageURL&_cid=272524&_user=10137907&_pii=0003347295801251&_check=y&_origin=&_coverDate=31-Dec-1995&_view=c&_wchp=dGLzVlB-zSkzV&md5=fa8d75b3684525cdf4c2e3cbe8727b85/1-s2.0-0003347295801251-main.pdf Letöltés ideje: 2011.09.30.

GARCIA, A. et al.: Laboratory rearing conditions for improved growth of juvenile *Helix aspersa* Müller snails. *Laboratory Animals*, 2006. **40**. p. 309-316. URL: <http://la.rsmjournals.com/content/40/3/309.long> Letöltés ideje: 2011.09.22.

HALMÁGYI L. et al.: Az éticsiga- kereskedelem magyarországi vonatkozásai és a gyűjtés hatása a hazai csigaállományra. *Állattani Közlemények*, 1997. **82**. p. 47-58. URL: http://www.mbt-ak.mtesz.hu/Tartalom/1997/82_7-Halmagyi.pdf Letöltés ideje: 2011.10.22.

KASSAI T. : Tüdőférgességek, Pneumohelminthosisok. In: KASSAI T. : *Helmintológia*. Budapest: Medicina Könyvkiadó Rt., 2003. p. 144-157.

KLEIN-ROLLAIS, D. – DAGUZAN, J. : Oral water consumption in *Helix aspersa* Müller (Gastropod mullusc: Stylommatophora) according to age, reproductive activity and food supply. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 1988. **89**. A 3. p. 351-357. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0300962988910390> Letöltés ideje: 2011.09.30. (Abstract)

KRALKA, R. A. et al.: Rearing eight species of terrestrial gastropods (order Stylommatophora) under laboratory conditions. *Can. J. Zool.* Vol., 1985. **63**. p. 2474-2476.

KUTZ, S. J. et al.: Emergence of the third-stage larvae of *Umingmakstrongylus pallikuuensis* from three gastropod intermediate host species. *The Journal of Parasitology*, 2000. **86** vol. 4. no. p. 743-749.

LAMBERT, M. et al.: Giant African snail. Secretariat of the Pacific Community, Pest Advisory Leaflet, 1999. No. **6**.

MAJOROS G. : Az éti csiga tenyésztése, buktatói, lehetőségei. *Kistermelők Lapja*, 1994. **3**. p. 25.

MAJOROS G. – HALMÁGYI L.: A szárazföldi csigákra vonatkozó fontosabb szakirodalom áttekintése a magyarországi éti csiga (*Helix pomatia*) állományainak

megőrzése és hasznosítása szempontjából. Témadokumentáció SZIE Mezőgazdasági és Környezettudományi Kar, 2003. Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék. 84. p.

SCHULTES, F. W.: Species summary for *Oxychilus draparnaudi*. 2011. URL:
<http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=1262> Letöltés ideje:
2011.05.26

SKORPING, A. – HALVORSEN, O.: The Susceptibility of Terrestrial Gastropods to Experimental Infection with *Elaphostrongylus rangiferi* Mitskevich. Z. Parasitenkd., 1980. **62.** p. 7-14

SOÓS L. – SEBESTYÉN O.: Stylommatophora-Nyelesszemű tüdőscsigák. In: SOÓS L. – SEBESTYÉN O.: Magyarország állatvilága Fauna Hungariae - Mollusca, Tentaculata Puhatestűek, Tapogatókoszorúsok. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1959 XIX. Kötet, 3. füzet p. 12-91.

THIENGO, S.C. et al.: First record of a nematode Metastrongyloidea (*Aelurostrongylus abstrusus* larvae) in *Achatina (Lissachatina) fulica* (Mollusca, Achatinidae) in Brazil. Journal of Invertebrate Pathology, 2008. **98.** p. 34-39. URL:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002220110700225X> Letöltés ideje: 2011. 09. 22.

THOMPSON, R. – CHENEY, S.: Raising Snails. Special Reference Briefs Series, 1996. no. 96-05. URL: http://www.nal.usda.gov/afsic/AFSIC_pubs/srb96-05.htm Letöltés ideje: 2011.05.28.

VRANCSIK E.: Szárazföldi csigák laboratóriumi tenyésztése parazitológiai vizsgálatok céljára. SZIE Állatorvos-tudományi Kar, Parazitológiai és Állattani Tanszék, 2008. TDK dolgozat.

Az ábrák forrásai:

1. <http://www.lumache-elici.com>
Letöltés ideje: 2011.05.28.
2. <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/picture?id=1394>
Letöltés ideje: 2011.05.28.
3. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Vallonia_pulchella.jpg
Letöltés ideje: 2011.09.20.
4. <http://www.molluscs.at/gastropoda/terrestrial/valloniidae.html>
Letöltés ideje: 2011.05.28.
5. <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/picture?id=1305>
Letöltés ideje: 2011.05.28.
6. <http://www.molluscs.at/gastropoda/terrestrial/cochlicopidae.html>
Letöltés ideje: 2011.05.28.
7. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pupilla_muscorum.jpg
Letöltés ideje: 2011.09.20.
8. <http://www.habitas.org.uk/molluscireland/species.asp?ID=148>
Letöltés ideje: 2011.09.20.
9. <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/picture?id=1731>
Letöltés ideje: 2011.09.20.

10. <http://www.panoramio.com/photo/30116037>

Letöltés ideje: 2011.09.20.

11. <http://www.elrincondelmalacologo.com/Web%20fotos%20continentales/Fotos%20coleccion/Achatinidae/Achatina%20fulica.jpg>

Letöltés ideje: 2011.10.12.

12. <http://jharli.blogspot.com/>

Letöltés ideje: 2011.10.12.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom mindenképp témavezetőmnek, Dr. Majoros Gábornak a dolgozat elkészítésében nyújtott segítségéért, türelméért, valamint hogy értékes ötleteivel segítette munkámat.

Köszönet illeti meg Dr. Farkas Róbert tanszékvezetőt szakmai támogatásáért. Köszönöm Tóth Veronika laboránsnak a csigák gondozásában nyújtott segítségét, valamint a Parazitológiai és Állattani Tanszék minden dolgozójának, hogy lehetővé tették számomra az intézet laboratóriumának és állatszobájának használatát.