

A NYULAK TÜDŐFÉRGEINEK KÖZTIGAZDÁI ÉS A VÉGLEGES GAZDA FERTŐZŐDÉSÉNEK MÓDJA

– Csobai Erzsébet – Majoros Gábor –

Bevezetés

A különleges életmódú, parazitikus fonálférgek, a *protostrongylidák*, melyek a gerinces állatokban leggyakrabban tüdőférgességet okoznak, valójában nagyon heterogén féregcsoportot alkotnak, amelyeknek adult példányai kis- és nagykerődzőkben, nyulakban, ragadozóknak, rágcsálókban és rovarevőkben is élősöknek olykor az erekben, izompólyákban, sőt az agyburokban is.¹ A velük filogenetikailag rokon, más tüdőférgektől (pl. *Dictyocaulus*, *Metastrongylus*) egyebek között abban a jelentős tulajdonságban térnek el, hogy lárvájuk fejlődése szárazföldi csigák testében zajlik. Ahhoz, hogy e férgek fertőzni tudják melegvérű gazdájukat, a csigában történő növekedés és átalakulás nélkülözhetetlen, ezért a csigákat obligát köztigazdának tekintjük a protostrongylidák számára.

Feltűnő azonban, hogy a Protostrongylidae családba tartozó férgek többségének végleges gazdája nem csigaevő, hanem kifejezetten növényevő vagy ragadozó állat, és az is érdekes, hogy a férgek lárvái egyáltalán nem kötődnek semmilyen köztigazda fajhoz, hanem a környezetükben megtalálható, bármilyen csigafajban fejlődni képesek. Nem egyértelmű azonban, hogyan jut át a csigában fejlődő lárva az obligát herbivor vagy carnivor gazdába. Különösen érdekes a nyúl tüdőférgének esete, mert a nyulak szigorúan növényevő állatok, és e csigákban fejlődő férgekkel való fertőződésük természetes módját eddig még nem tanulmányozták.

Noha a nyulak tüdőférgességének a fertőzöttség ritka előfordulása miatt nem tulajdonítanak túl nagy jelentőséget Magyarországon, e különleges parazitózis fejlődésmenetének tanulmányozása segít megismerni a paraziták, illetve általában a kórokozók adaptálódásának menetét a gazdaszervezetekhez. Ezért választottuk tanulmányunk tárgyául a köztigazdákkal fejlődő élősök közül a nyúl tüdőférgét, és megpróbáltuk kideríteni a féreggel való fertőzésük tényleges módját.

A protostrongylidák a nyulakban

A Protostrongylidae családba tartozó, Magyarországon előforduló genusok (*Protostrongylus*, *Cystocaulus*, *Müllerius*, *Neostromylus*, *Varestrongylus*, *Elaphostromylus*) közül a nyulak tüdőférgességét a *Protostrongylus* genusba tartozó fajok

¹ YAMAGUTI 1961.

okozzák. A mezei nyúlban és az üregi nyúlban is előfordulnak *Protostrongylus* tüdőférgesek.² A zárt és nem természetes tartási körülmények miatt a házinyúlban a protostrongylosis ritka és jelentéktelen kártételű. A két közép-európai, vadon élő nyúlban, az üregi (*Oryctolagus cuniculus*) és a mezei nyúlban (*Lepus europaeus*) viszont a *Protostrongylus pulmonalis* (Froelich, 1802), a *P. tauricus* (Schulz és Kadenzii, 1949) és a *P. oryctolagi* (Babos, 1959) féregfajok fordulnak elő nálunk. A *P. oryctolagi* fajt eddig csak az üregi nyúlban találták meg, a *P. tauricus* féregfajt mindkét nyúlfajban kimutatták. Hazánkban kívül, a nyulakban az előbb említett fajok mellett még a nyugat-európai *P. cunicularum* (Joyeux és Gaud, 1946) és *P. commutatus* (Diesing, 1851), az oroszországi *P. kamenskyi* (Schulz, 1930), illetve az észak-amerikai *P. boughtoni* (Goble and Dougherty, 1943) nyúl tüdőféregfajokat említik ebből a családból.³ E fajok nomenklatúrája elég konfúzus, és a szinonimikájuk nem egységesen elfogadott, ezért a valid és ténylegesen létező fajok száma sem teljesen biztos. A *P. pulmonalis*-nak például sok szinonimját tartják számon, de ezek egy része talán valóban létező faj lehet (mint például egyes hivatkozások szerint a *P. commutatus*).⁴

Megfigyelések szerint a tüdőférges okozta fertőzöttség lefolyása általában tünetmentes, a ritkán tapasztalt, erős fertőzöttség azonban komoly súlyvesztést, betegséget eredményezhet. A *P. pulmonalis* a tüdőszövetben olykor kifejezett vérzéses elváltozásokat, majd sötét pigmentációt, továbbá bronchitist okozhat. Leggyakrabban a tüdőférges kötőszövetes csomókat, az úgynevezett gócot hozza létre, amelyek szürkés színű, tömött tapintatú, légtelen területek a tüdő állományában. A gócban vagy a férgeseket, vagy a petéket, olykor mindkettőt meg lehet találni.⁵

A Kutzer és Frey (1976) által végzett vizsgálatban a mezei nyulak parazitákkal való fertőzöttségét nézték Ausztriában, és azt találták, hogy az egyéb kórokozóktól megbetegedett és legyengült állatok között jóval gyakoribb volt a *Protostrongylus commutatus* tüdőféregfajjal való fertőzöttség, mint az egyébként egészséges nyulak között. Ennek a magyarázata az lehet, hogy a beteg és legyengült nyulakban könnyebben telepednek meg a tüdőférgesek, vagy esetleg maga a vándorló lárva vektorként juttat be egyéb kórokozókat – például baktériumokat – a végleges gazdába.

A Protostrongylus-fajok életciklusa és fejlődése

A *Protostrongylus* tüdőférges fejlődésmenetét főleg kérődző állatokban, de nyúlban is tanulmányozták. A tüdő hörgőcskéiben élő *Protostrongylus*-fajok ovi-parok, petéiket a tüdő szöveteibe rakják le. Itt következik be az embrionális fejlődés. A pete burka vékony, hártyaszerű.⁶ A peték kiürülése utáni 9. nap vége felé a

² BABOS 1959.

³ ANDERSON 1992.

⁴ YAMAGUTI 1961; ANDERSON 1992.

⁵ KASSAI 1999.

⁶ BABOS 1959.

lárva mozogni kezd, s feszegeti a peteburkot. Ebben az időben alakul át a lárva farki vége a fajára jellemző alakúvá, amely alapján olykor az egyes tüdőféregfajokat, de legalábbis a genusokat morfológiailag el tudjuk különíteni egymástól. A lárva általában a peterakás utáni 11–12. napon hagyja el a peteburkot, még a tüdő szövetei között. A lassú mozgásra képes, tüdő göcaiban kikelt első stádiumú lárva (továbbiakban: L1) valószínűleg aktívan hagyja el az alveolust, s jutnak a nagyobb légutakba, majd a garaton át a bélsóba. A légutak hámfát borító csillók kifelé irányuló mozgása segíti őket a tüdő elhagyásában. Ez időszak alatt további fejlődésen mennek keresztül, mert tapasztalható, hogy a petéből kikelt lárva szemcsés belső szerkezete homogénné válik, és a már bélben található lárva üvegszerűen áttetsző lesz.

A lárva érési folyamatát bizonyítja a tüdőből és a bélsárból kinyert lárva köztigazda fertőzőképességének különbözősége. Babos csigafertőzési kísérleteiből az derült ki, hogy a bélsárból származó lárvaival 28%-kal jobb eredménnyel lehet harmadik stádiumú lárvaig jutni, mint közvetlenül a tüdőkaparékból származó lárvaival. A kísérletben tapasztalt különbség nyilvánvalóan abból adódott, hogy a bélsárból származó lárva már átmentek az érési szakaszon, a tüdőkaparékból származó lárva között pedig több, frissen kikelt lárva volt, amely nem volt képes csiga köztigazdába hatolni. A kétféle eredetű, csigákban kialakuló 3. stádiumú lárva (L3) a kísérlet folyamán eltérő mennyiségben jelent meg a mesterségesen fertőzött csigákban, tehát a lárva százalékos arányában mutatkozó eltérés a lárva érési folyamatában lévő különbség miatt következett be.⁷

A *Protostrongylus*-ok poszt embrionális fejlődésének további része a köztigazda csigában megy végbe,⁸ miután az L1 a bélsárral kijutott a gazdából. Az első stádiumú lárva viszonylag hosszú ideig képesek életben maradni a végleges gazda szervezetéből a külvilágra kerülve. Cabaret és munkatársai (1991) az első stádiumú protostrongylida lárva túlélését vizsgálták kísérleti körülmények között változó hőmérsékleti viszonyok és nedvességtartalom mellett. Természetes körülmények között nagyon kevés lárva volt megtalálható a növényzeten, míg majdnem az összes lárva a szabadban hagyott bélsárból nyerték vissza. Az L1 lárva tehát a külvilágon heverő bélsárban várják a köztigazdával való találkozás alkalmát. Az ellenálló képesség magas hőmérséklettel és kiszáradással szemben gyengébb, amikor azonban a lárva a bélsárban tartózkodik, itt védve vannak a napsugárzástól. A bélsárban maradás talán hosszú túlélést jelenthet, de kisebb hatékonyságot a köztigazdák fertőzésére, mivel a friss bélsár nem vonzza sem a házas, sem a meztelen csigákat. A legtöbb csigafaj elmászik annak közeléből, míg a régi, esőáztatott bélsáron át másznak, sőt a kísérleti körülmények között az időjárás viszonyosságainak kitett régi bélsár láthatóan vonzotta a kísérletben szereplő csigafajok (*Vertigo* és *Discus* spp.) egyedeit.⁹ Amikor a lárva kivándorolnak a bélsárból, a túlélésük a napsütés erős-

⁷ BABOS 1959.

⁸ KASSAI 1999.

⁹ BOAG 1983.

ségétől függ, míg más környezeti tényezők kevésbé fontosak. A túlélés időtartama így rövid, de a lárváknak talán nagyobb lehetőségük van köztigazdákat fertőzni.¹⁰

A lárvák csigába jutása kétféleképpen történhet. Egyrészt aktív módon úgy, hogy a csiga izmos talpába furakodva átjutnak a test felszínén, másrészt passzív módon úgy, hogy a csiga táplálkozás közben elfogyasztja azokat.¹¹ Köztigazdába kerülve a lárvák szélessége és hossza nő. Amikor elér egy bizonyos méretet, megtörténik az első vedlése a fertőzés utáni 8–12. napon. Az ily módon kialakuló második stádiumú lárvák (továbbiakban: L2) mintegy 20%-kal hosszabbak, mint az L1, és a testét a vékony, korábban levetett kutikula borítja. Újabb növekedés után megtörténik a második vedlés is, amely már hosszabb idő eltelte után következik be. A levetett kutikula vastag, kétrétegű, harántszelvényben durva. A feji vég magasságában a külső, barna réteg elvékonyodik és megszűnik, csak egy, a belső rétegből álló, sapszerű képződmény marad meg. Ettől kezdve a lárvát harmadik stádiumúnak nevezzük (továbbiakban: L3). Csak az L3 képes fertőzni a végleges gazdát. Ezt a stádiumot Gerichter további két, egymástól elkülönülő stádiumra bontotta: a preinfektív és az infektív lárvastádiumokra.¹² A preinfektív L3 hosszabb, de vékonyabb, mint az L2. Mivel ebben a stádiumban már nem táplálkozik a lárvák, a bélcsőve fel-tisztul, táplálék-granulumokat csak alig tartalmaz. A lárvák körül, az előző vedlésekből származó, két burok látható. Ebből a stádiumból további vedlés nélkül alakul át infektív L3 stádiumba, melynél a lárvák teste már teljesen átlátszó.

A harmadik stádiumú lárvák a végleges gazda szervezetébe jutás után a vastagbél nyálkahártyájába hatolnak, majd vér- és nyirokkeringéssel a bélfodri nyirokcsomókon, a mellvezetéken és a jobb szívfélén keresztül érik el a tüdőt. A fertőzés utáni 24–48. órában a tüdő vérereiben megtalálhatók a lárvák, 48 óra múlva pedig már a tüdő állományában is. Juvenilis, azaz a negyedik vedlésen átesett féregpéldányokat 14 nappal a fertőzés után már a nagyobb légutakban találhatunk. A féregnőstényekben 16 nappal a fertőzés után már éretlen petéket lehetett kimutatni. A 20–22. napon a férgek visszahúzódnak a kisebb légutakba. Az első lerakott peték a tüdő állományában a fertőzés utáni 22. napon találhatók.¹³

A köztigazdák és a végleges gazdák fertőződésének módja

Úgy tűnik, hogy a többi protostrongylida tüdőféreghez hasonlóan a nyúlban élősködő *Protostrongylus*-ok lárváinak fejlődése sem kötődik meghatározott köztigazda fajhoz, hanem azok a környezetükben megtalálható, legtöbb szárazföldi házas és meztelen csigafajban fejlődni képesek.¹⁴ Ezért elvileg minden szárazföldi csiga

¹⁰ CABARET 1991.

¹¹ SAMSON-HOLMES 1985.

¹² BABOS 1959.

¹³ BABOS 1959.

¹⁴ ANDERSON 1992.

képes közvetíteni a fertőzést a nyulakra. Eddig azonban senki sem figyelte meg a nyulak fertőződésének természetes módját, s csak néhány, kísérleti úton fertőzött csigafajról bizonyították be, hogy alkalmas köztigazdája lehet a nyulak tüdőférgének.¹⁵ Az első stádiumú tüdőféreglárvák köztigazda csigába jutásának módjait vizsgálva Samson és Holmes (1985) kísérletében például egy kistestű csigafaj, a *Valtonia pulchella* egyedeit *Protostrongylus stilesi* lárvákkal mesterségesen fertőzték, s ez a csiga a lárvák jó fejlődése alapján kiváló köztigazdának bizonyult a férgek számára. A szerzők a lárváknak a csiga testén belüli elhelyezkedéséből következtettek azok bejutásának aktív vagy passzív voltára: a bélcső körül talált lárvákról feltételezték, hogy azokat a csiga a száján keresztül vette fel, míg a talpizomzatba fúródott lárvákról feltételezték, hogy azok aktív mozgásukkal furakodtak be a talpba. A csigák tehát több módon is fertőződhetnek lárvával, és ez részben magyarázza, hogy miért oly sok csigafaj képes protostrongylida lárvát hordozni a testében.

Azonban, még ha a féreglárvák mindenféle csigát fertőzni képesek is, az nem jelenti egyúttal azt, hogy a természetes körülmények között minden csigafaj alkalmas lenne a végleges gazdák fertőződéséhez szükséges lárvákat létrehozni. Mivel a nyúl szándékosan biztosan nem fogyaszt élő, nagytestű csigákat, a nagytestű csigákban fejlődő lárvák elvileg csak úgy juthatnának a nyulakba, hogy a csiga pusztulása után kiszabadulnak onnan, ezt a jelenséget azonban még soha nem sikerült közvetlenül megfigyelni.¹⁶ Másrészt a kistestű csigákat a nyulak esetleg véletlenszerűen elfogyaszthatják, és a lárvák ily módon jutnak a szervezetükbe. Ezt a fertőzési módot sem sikerült eddig bebizonyítani senkinek.

A nyulak csigafogyasztásáról mindössze egy adatot találtunk a szakirodalomban, mely szerint Nagy-Britannia egyes területein a nyulak fontos predátorai egy bizonyos csigafajnak, a *Cepea nemoralis*-nak, mert e csiga üres héjait olykor feltörve találják a mezőn.¹⁷ A tanulmány szerint a házinyúl is elfogadja táplálék gyanánt a csigákat, és ezt a megfigyelt tényt hozzák fel annak bizonyosságául, hogy a csigák feltört héjait a mezei nyulak hagyták hátra a réteken. Érdekes azonban, hogy állítólag ugyanezt a csigát más angliai területeken élő nyulak nem fogyasztják, mert vannak olyan területek, ahol feltört héjakat nem találnak, noha nyulak élnek ott. A tanulmányban említett *C. nemoralis* polimorf héjú csiga, melynek sárga, barna, rózsaszín és barnacsíkos egyedei is vannak. A nyulak élőhelyén talált törött héjak között nem egyformán voltak gyakoriak az egyes színváltozatok, ezért a nyulak bizonyos preferenciáját feltételezték egyes színváltozatok iránt. Mivel a nyulak színválogatás, feltételezték, hogy a vizuális szelekcióban a héjak világos vagy sötét tónusa játszik szerepet. Sajnos a kutatók semmilyen meggyőző bizonyítékot nem említenek a mezei nyulak csiga-predációjának alátámasztására, mivel azt egyszer sem tudták megfigyelni. A kérdést tekintve abból a megállapításból indulnak ki, miszerint a

¹⁵ BABOS 1959; KRÁLKA-SAMUEL 1984.

¹⁶ ROSE 1957.

¹⁷ CAIN-M. A.-PHIL 1953.

nyulak a patkányokhoz hasonlóan törik fel a csigák héját, azt azonban nem említik, hogy ez esetben mi utal arra, hogy a törött héjak mégis a nyulak csigafogyasztásából származnának. A *C. nemoralis* egy 2–3 cm héjmagyságú csigafaj, ezért azt „véletlenül” nem fogyaszthatja el a nyúl a növényi táplálékkal együtt. Ezért nem tartjuk kizártnak, hogy a törött csigahéjakat madarak vagy rágcsálók hagyták hátra az angliai réteken.

A nyulak spontán táplálékfelvétele alkalmával nem figyelték meg lárvahordozó csigák fogyasztását, ezért mind a mai napig kérdéses, hogyan jut a protostrongylida féreglárva a csigából a növényevő gazdába. Még az sem egyértelmű, hogy a köztigazdából kijutva történik a fertőződés, vagy pedig a lárva soha nem hagyja el a köztigazdát, hanem a végleges gazda – jelen esetben a mezei vagy az üregi nyúl – a táplálékkal együtt véletlenül fogyasztja el a tüdőférgek életciklusában köztigazdaként szereplő csigát a parazita lárzával együtt.

A havasi nyúl (*Lepus americanus*) tüdőférges, a *Protostrongylus boughtoni* számára természetes körülmények között köztigazdának több aprótestű csigafaj is alkalmas (pl. *Vertigo gouldi*, *V. ovata*, *Columella edentula*, *Euconulus fulvus*). Ezekben a parazita lárva valószínűleg át is telelnek. Erre a tényre a csigákban az L3 lárva kora tavaszi megjelenéséből következtettek a kutatók, mivel az korábban már ismert volt, hogy a lárva fejlődését az alacsony hőmérséklet erősen gátolja. Észak-amerikai viszonyok között, noha az áprilisi hőmérsékletenyhülés miatt előfordulhat a köztigazdák fertőződése a tavasszal hullatott bélsárból kikerülő lárvaikkal, a fertőződött csigában a lárva fejlődése semmiképp nem érheti el a harmadik stádiumot május végéig. A havasi nyulak fertőzöttségének felmérése során talált legfiatalabb fertőzött példány mindössze 40 napos volt, vagyis a végleges gazda valószínűleg már élete második hetében fertőződhet a parazitával. A placentán keresztüli fertőződésre a kutatók nem találtak bizonyítékot, ezért úgy vélték, hogy a végleges gazdák a lárvaikat tartalmazó apró csigák elfogyasztásával fertőződnek.¹⁸

Egyébként nemcsak a nyulak tüdőférgesre nézve, de a protostrongylidák más fajai esetében is igaz, hogy a végleges gazda tényleges fertőződésének módjáról nincs egyetértés a szerzők között,¹⁹ mert ezt a folyamatot természetes körülmények között még senkinek sem sikerült közvetlenül megfigyelnie. Egyes kutatók véleménye szerint az infektív L3 elhagyhatja a csiga testét, és a növényzetre tapadva jut be a végleges gazdába.²⁰ A pézsmatulok (*Ovibos moschatus*) tüdőférgének, az *Umingmakstrongylus pallikuukensis*-nek a vizsgálata során azt tapasztalták a kutatók, hogy a lárva olykor kiszabadulnak a köztigazdából. A kísérletben mesterségesen fertőzött meztelen (*Deroceras laeve*) és házas (*Catinella sp.*) csigákat – melyek egyben a parazita természetes köztigazdája a pézsmatulok élőhelyén –, továbbá egy laboratóriumban nevelt csigát (*Deroceras reticulatum*) is használtak, s ezeket Petri-csészék-

¹⁸ KRALKÁ-SAMUEL 1990.

¹⁹ ANDERSON 1992; KASSAI 1999.

²⁰ CABARET 1982.

ben tartva mindegyik faj esetében sikerült kiszabadult L3 lárvákat találniuk a csigák körül.²¹ Természetes körülmények között a tőzeges talajból, illetve a vegetációról is sikerült izolálniuk a szabad L3 lárvákat, bár csak olyan csigák mellől, amelyeket laboratóriumban fertőztek tüdőférgelárvákkal, és azután helyezték ki azokat a tundra-ra. A szerzők szerint a kiszabadult lárvák azért előnyösek a parazita szempontjából, mert akkor is képesek a végleges gazdába jutni, ha a csigák már téli hibernációba vonultak vagy elpusztultak. Szerintük a lárvák kijutása a köztigazdából fontos járványtani tényező lehet a végleges gazda fertőzésében a csigák aktív napi és évszakos periódusától függetlenül.²² Sajnos a fenti szerzők a csigából kijutott lárvákkal nem fertőzték a pézsmatulkot, hanem csak olyan fertőző anyagot használtak a kísérleteik során, amelyben a laboratóriumi körülmények között kiszabadult, illetve a csigatestben benne lévő lárvák egy keverékben voltak.

Még ha tényként fogadjuk is el azt, hogy a protostrongylida lárvák aktívan vagy passzívan kiszabadulhatnak a csigákból, az kérdéses, hogy a kiszabadult L3 lárvák mennyi ideig élnek és maradnak fertőzőképesek a növényzeten, illetve, hogy a sarkvidéki körülményektől eltérő környezetben is megtörténik-e ez a folyamat. A parazitológusok másik csoportja úgy véli, hogy a lárvák sohasem hagyják el a csiga testét, a végleges gazdák a csigák testével együtt fogyasztják el a fertőzőképes, vedléseken átesett, harmadik stádiumú lárvát,²³ mivel azok szerintük nem tudnak spontán kiszabadulni a csigákból.²⁴ Ez utóbbi szerzők sem figyelték meg azonban a végleges gazdák spontán módon való köztigazda fogyasztását.

A Kralka és Samuel (1984) által végzett kísérlet alkalmával 12 mesterségesen fertőzött, élő *Vallonia pulchella* csigában számolták meg az L3 lárvákat, majd tíz hét múlva a csigák talpából kiszabadult 23 lárvával, csövön keresztül egyenesen a gyomorba juttatva azokat, egy három hónapos házi nyulat fertőztek. A kísérlet alatt összesen 6 csigából 30 lárvát szabadult ki. Hét csiga elpusztult az ötödik hét után, melyek esetében az összes L3 a bomló talpban maradt. A kutatók három lehetséges mechanizmust feltételeznek a lárvák csigatalpból való kiszabadulását illetően: azok vagy aktívan hagyják el a csigaszövetet, esetleg passzívan kerülnek ki abból – például az izomkontrakció következtében –, vagy a csiga aktív immunvédekezése űzi ki azokat.

Bár a lárvák elvileg mozoghatnak a csigaszövetben, mégis kérdéses, hogy képesek-e aktívan elhagyni azt. A kutatók szerint a lárvák kijutása a köztigazdából esetleg a fertőzés intenzitásától függ. Elgondolkodtató azonban, hogy a *P. boughtoni* esetében a természetes úton fertőződött csigákban az átlagos intenzitás kevesebb volt, mint 2, tehát messze elmaradt a laboratóriumi fertőzéssel előidézett fertőzöttség intenzitásától. Ha azonban a lárvák aktív kijutása a csigákból egy

²¹ KUTZ-HOBERG-POLLEY 2000.

²² KUTZ-HOBERG-NISHI-POLLEY 2002.

²³ AZIMOV-UBAIDULLAEV-ZIMIN 1973; SOULSBY 1982.

²⁴ SAUERLÄNDER 1979.

denzitás függő jelenség, akkor eszerint a természetben a lárvák kikerülése jóval ritkábban fordulhat elő, mint amelyet a mesterséges fertőzéssel előidézett fertőzöttség-ből nyert lárvákkal végzett kísérlet eredménye mutatott. A kísérletben a spontán kiszabadult 23 lárvá közül, melyekkel a házinyulat fertőzték, mindössze 4 bizonyult fertőzőképesnek, mert a kísérleti nyúlban csak 4 adult tüdőférget találtak. Megjegyzendő, hogy a kísérletben nem vetették alá szélsőséges környezeti hatásoknak a lárvákat. Ugyanakkor a köztigazdából kikerülve a harmadik stádiumú lárvák a természetben elsősorban a kiszáradás szempontjából jóval kisebb toleranciát mutatnak, mint az első stádiumúak, emiatt jóval rövidebb ideig képesek a túlélésre a szabad környezetben, mint amazok. Ezért elképzelhető, hogy a szabad természetben a csigákból kiszabadult lárvák még rosszabb fertőzési arányt mutatnának, mint a kísérletben felhasznált lárvák. A természetben talált csigák alacsony fertőzöttségi intenzitása és a havasi nyulak élőhelyének száraz jellege miatt a kutatók arra a végkövetkeztetésre jutottak, hogy a végleges gazda megfertőzésében a *P. boughtoni* esetében a kiszabadult L3 lárváknak természetes körülmények között valószínűleg kicsi a jelentősége.

Mesterséges körülmények között tehát mindkét módon, azaz kiszabadított és csigatestben lévő lárvával is fertőzhetők a végleges gazdák,²⁵ ez tehát nem dönti el a természetes fertőzés módjának kérdését. A fertőződés természetes módjának megismerése végett ezért további vizsgálatok szükségesek.

A kutatás célkitűzései

Mivel már Babos korábban bebizonyította, hogy a *Xerolenta obvia* (Menke, 1828) (syn.: *Helicella obvia*) csigafaj kiváló laboratóriumi köztigazdája a nyúlban élő *Protostrongylus*-fajoknak,²⁶ három további kérdést vizsgáltunk meg e csigával kapcsolatban. Egyrészt, hogy ez a csiga természetes körülmények között hordozhat-e nyulból származó *Protostrongylus*-lárvákat (1), másrészt, hogy a csiga elpusztulása után ezek a lárvák képesek-e kiszabadulni a köztigazda rothadó testéből (2), illetve ezeket a csigákat spontán módon elfogyaszthatja-e egy nyúl (3).

Megkíséreltünk csigamaradványokat kimutatni vadászat alkalmával lőtt mezei nyulak gyomortartalmából (4) és a nyulak élőhelyén gyűjtött bélsárhullatékból (5).

Csigák gyűjtésével megpróbáltuk behatárolni azokat a csigafajokat, amelyeket a nyúl egy adott természetes élőhelyén esetleg elfogyaszthat (6), és ezekben a fajokban természetes úton beléjük jutott tüdőféreglárvákat kerestünk (7).

A fenti célok megvalósulásától, azaz az eredményektől függően a további célnak volt a nyulak élőhelyén előforduló csigák mesterséges fertőzése nyúl tüdőférgelkekkel (8), és a fertőzött csigákkal a féregfertőzést nyúlra átvinni (9).

²⁵ HANDELAND–GIBBONS–SKORPING 2000; KRÁLKA–SAMUEL 1984.

²⁶ BABOS 1959.

Vadászaton lőtt mezei nyulak vizsgálatával a természetes fertőzöttség előfordulásának gyakoriságát vizsgáltuk (10), illetve a fertőzött nyúltüdőkből izolált L1 lárvákkal mesterségesen próbáltunk olyan csigákat fertőzni, amelyeket esetleg elfogyaszthat a nyúl (11).

Mivel a mezei és az üregi (házi-) nyúl a szakirodalmi adatok alapján azonos tüdőféregfajokkal fertőzhető, és a két faj ugyanazon élettérben ugyanazon csigákkal él együtt, feltételezhető, hogy a két nyúlfaj azonos módon fertőződhet a tüdőférgektől. Ezek miatt – s mivel a mezei nyúl mesterséges körülmények között való tartása nagy nehézségekbe ütközött volna – az etetési és a végleges gazda fertőzésére irányuló kísérleteket házinyúlon, a többi vizsgálatot mezei nyútból származó anyagon végeztük.

Anyagok és módszerek

Csigák gyűjtése a természetes élőhelyekről

Egyelések gyűjtés

A szabad szemmel könnyen észrevehető nagyságú csigákat a talaj felszínéről és az aljnövényzet leveleinek felszínéről egyelő gyűjtéssel szedgettük, főleg esős vagy borús időben, amikor a csigák aktivitása az átlagosnál nagyobb volt.

Talajmintával történő gyűjtés

A kistestű fajokat a talaj felszínéről összesöpört avarmintából gyűjtöttük, külön az élő csigapéldányokat és a héjakat. A talajminta száraz állapotban jól szitálható. A nagyobb héjakat, durvább gally- és kődarabokat eltávolítottuk, és a többféle szemcseméretű frakcióra szitált mintát egy edényben, melynek fala elég magas, hogy az úszó és lesüllyedő részek kellő távolságra váljanak el egymástól, vízzel elkevertük. A kőzetdarabok és az élő csigák az edény aljára ülnek, míg a csigahéjak zöme és a növényi részek úsznak a víz felszínén. Az úszó törmelék zömének kimerése után a maradékot úgy gyűjtöttük össze, hogy a vizet megkeverve, teaszűrőn keresztül átöntöttük, melyből jól kiütögethető a benne összegyűlt törmelék. Ebből a frakcióból, az uszadék leöntése után, még nedves állapotban kiválogattuk az élő csigákat.

Ezután az úszó frakciót újból vízzel kevertük össze, majd felforraltuk a mintát, és megvártuk, míg kihűl az edény tartalma, ami után szinte minden képlet az edény alján hevert. A forralással a levegőt eltávolítjuk a növényi sejtekből és a csigahéjakból egyaránt. A levegő helyére gőz, majd lehűlés után víz kerül. Ez azt eredményezi, hogy a csigahéjak átlag fajsúlya megegyezik a mészhéj fajsúlyával, és így jóval súlyosabbak lesznek, mint a levegőt szintén nem tartalmazó, de szerves anyagból álló növényi részek. Ezért a héjak az edény alján helyezkednek el, fölöttük az avartörmelék, majd a vízréteg van. Óvatos kevergetés hatására az avartörmelék a vízben lebeg,

amit így leönthetünk az edényből. Ezt a dekantálásnak nevezett folyamatot néhány-szor elvégeztük, így szinte csak csigahéjak maradtak az edény alján.

A felforralt uszadék dekantálása után maradt üledéket, szárítást követően, sztereomikroszkóp alatt átválogattuk, és kerestük benne az üres csigahéjakat. Az élő egyedeket és a héjakat identifikáltuk, fajok szerint szétválogattuk, és meghatároztuk az egyes fajok példányszámát.

Csapdákkal történő gyűjtés

Azokon a helyeken, ahol az egyelések gyűjtéssel és a talajmintákban is sok élő csigát találtunk, kb. 20 × 30 cm területű hullámpapírkarton-lapokat helyeztünk ki a csigák természetes élőhelyein (1. kép), melyek eső után sokáig magukban tartva a vizet búvóhelyet jelentenek, így azokról a csigák könnyedén összegyűjthetők.

A csigák gyűjtőhelyei

Csigákat gyűjtöttünk olyan helyeken, ahol a talált hullatékok alapján bizonyosan mezei nyulak fordultak elő – Kiskunfélegyháza: vasútállomás környéke; Békéscsaba: Öntözött-rétek; Budaörs: Csiki-hegyek (2. kép) –, és a fertőzési kísérletek céljára olyan helyen is, ahol nyulak biztosan nem fordultak elő (Budapest: Széchenyi-hegy, Borbála lépcső; Budapest: Egyetemi Botanikus Kert; Budapest: SZIE Állatorvos-tudományi Kar parkja). Ezenfelül a fertőzési kísérletekhez kaszálórétről gyűjtött *Xerolenta obvia* csigákat kaptunk Kecskemétről, amelyek fertőzésmentességéről azok egy részének leölésével győződünk meg.

A csigák féregfertőzöttségének vizsgálata

Az élő csigákat héjuk összezúzásával extermináltuk, majd az állat zsigercsökjét és az összes ivarszervet leválasztottuk a köpenyről és a talpról. Nagyobb csigák esetében az izmos részt darabokra vágtuk, illetve a kisebb fajok testét egészben két tárgylemez között szétlapítottuk. A szélesített szövetek között áteső-fényes mikroszkóppal kerestük a tüdőféreglárvákat. A lárvák életképességét a mozgásukról lehetett felismerni, morfológiai azonosításukat pedig Babos (1959), Kassai (1999) és Zdarska (1960) munkái alapján végeztük.

A házinyúl csigafogyasztásának vizsgálata

Fél négyzetméteres, deszkázott aljú bokszban tartott házinyúl szénából álló takarmányára 54 kifejlett, 10–15 mm héjmagyságú *X. obvia* csigát helyeztünk, amelyeknek héját előzőleg egy kereskedelembe kapható, élénk narancsvörös, látható fényben fluoreszkáló jelzőfestékkel festettük be. (E festék maradványait mikroszkóppal a nyúl bélsarából könnyen ki lehetett mutatni.) A csigák két hónapig vol-

tak a nyúl környezetében, és a boksz oldalán mászkáltak, vagy helyhez rögzülve pihentek. A megfigyelési idő után a csigákat összegyűjtöttük a nyúl környezetéből, illetve az állattól származó, hetente összegyűjtött hulladékot megvizsgáltuk csiga-héjmaradványok és festékszempcsék jelenlétére.

A nyúl mellé helyezett csigák egyúttal természetes tüdőféreg-fertőzöttséget hordoztak, tehát amennyiben a mesterséges környezetben felnevelt és emiatt fertőzésmentes állat csigát fogyasztott volna, nagy valószínűséggel fertőződött volna tüdőférgelkkel is. Noha az élő csigákban természetesen lehetetlen lett volna a bennük lévő lárvákat faji szinten identifikálni, a kísérlet előtt néhány példányukból a már korábban leírtak szerint kiproparáltuk a lárvákat, s megbizonyosodtunk róla, hogy azok *Protostrongylus*-lárvák. Mivel a csigákat olyan helyen gyűjtöttük, ahol az ebbe a genusba tartozó tüdőférgelket hordozó kérődzők (juh, kecske, muflon) nem legeltek, az etetési kísérletre használt csigák talpában látható barna burkú lárvák igen nagy valószínűséggel szintén nyúl eredetű *Protostrongylus*-ok lehettek. (Barna burkú L3 lárvája csak a *Protostrongylus* genusba tartozó tüdőférgelknek van.)

Bromatológiai vizsgálat gyomortartalomból

Békés megyében 2006 őszén lótt 153 mezei nyúl gyomortartalmát vízzel egyedenként szuszpendáltuk, és a szuszpenzióban lebegő növényi részeket dekantáltuk. A Petri-csészébe átöntött, víz alatt vizsgált üledékben sztereomikroszkóppal kerestük a héjmaradványokat. Amennyiben a dekantált gyomortartalom olyan finom szemcséjű anyagot tartalmazott, hogy a szemcsék morfológiáját sztereomikroszkóppal nem lehetett megállapítani, az üledéket a szokványos, áteső-fényes biológiai mikroszkópban vizsgáltuk.

Bélsárminták gyűjtése és azonosítása

A bélsármintákat a kilótt mezei nyulak végbeléből nyertük, illetve elhullatott bélsárbogyókat szedtünk össze az állatok élőhelyén műanyag zacskóba vagy szorosan záró fedelű tégelybe. A terepen talált bélsárról – csupán makroszkópos vizsgálat alapján – teljes biztonsággal nehéz megállapítani, hogy az valóban mezei nyúltól származik-e. Ezért kvalitatív petekimutatási (ovoszkópiás) módszer segítségével az adott gazdafajra jellemző paraziták ivartermékeinek detektálásával azonosítottuk azokat a következők szerint.

A bélsarat a petéknél és a parazitikus egysejtűknél nagyobb sűrűségű, 1300 g/cm³-es vizes cink-szulfát oldattal kevertük össze, és a keverék teaszúrón átszűrt szuszpenzióját 1500 rpm fordulatszámom, CWS 4235A asztali centrifugán, Wassermann-csövekben centrifugáltuk. A detektálandó parazitaképleteket a felülúszó tejetjéről vett cseppben, ellapított végű üvegbot segítségével tárgylemezre emeltük le, majd áteső-fényes mikroszkópban vizsgáltuk. Az egysejtű coccidiumok közé tartozó

Eimeriá-k (Apicomplexa: Coccidia: Eimeriidae) oocystái²⁷ és féregpeték (*Trichuris leporis*, galandféregfajok, trichostrongylidák)²⁸ alapján azonosítottuk a nyúl bélsármintákat, és el tudtuk különíteni azokat a kérődző állatok hasonló megjelenésű bélsár hullatékától.

A bélsarak azonosítására leginkább a coccidiumok váltak be, mert ezek az egysejtűek gyakorlatilag minden természetben élő növényevő állat hullatékában fellelhetőek. Így például a mezei nyulakban előforduló leggyakoribb, Magyarországon is megtalálható *Eimeria*-fajok az *E. semisculpta*, *E. robertsoni* (= *E. perforans*), *E. hungarica* (= *E. minima*), *E. leporis*, *E. europaea* és az *E. magna*. E fajok morfológiája jelentősen eltér a kiskérődzőkben, illetve az őzben, valamint a szarvasokban előforduló coccidiumoktól. A felsoroltak közül csak két jellegzetes fajon nem található micropyle. Az egyik az *E. leporis*, amelyiknek jellegzetesen hosszúkás alakja van, párhuzamos oldalfalakkal, s csupán a vége legömbölyített kissé. A sporulált oocysta egy nagy külső maradéktestet tartalmaz, és minden sporocystában saját belső maradéktest is található, amely maradéktestek együttes előfordulása a hazai kérődzők coccidiumaira nem jellemző. A másik micropyle nélküli faj az *E. hungarica*. Ez majdnem tökéletesen gömbölyű, átmérője kisebb, mint 15 μm , a sporocysták nem tartalmaznak belső maradéktestet, csak külsőt, egy-két látható szemcséként. Ilyen kicsiny és ennyire szabályos gömb alakú oocystát a bogyós bélsarat ürítő kérődzők (juh, kecske, szarvas, őz) hullatéka nem tartalmaz.

Az *E. europaea* már rendelkezik micropyle-vel, és hossza kevesebb, mint 34 μm , nagy, szemcsézett, jól látható, kerek, éles körvonalú külső maradéktestet tartalmaz. Az *E. robertsoni* fala a micropyle felé vastagodó, a micropyle-t gallérszerűen kiugró megvastagodás veszi körül. Az *E. semisculpta* fala szintén vastag, az oocysta falának felszíne az anterior részen szemcsézett. Nem tartalmaz külső maradéktestet. Az *E. magna* fala szembetűnően kétrétegű, felszíne sima, a sporocysták csak gazdagon szemcsézett belső maradéktesteket tartalmaznak, külsőt nem. A micropyle-vel rendelkező *Eimeria*-fajok fenti bélyegeinek ilyen kombinációja nem fordul elő a nyúllal azonos megjelenésű bélsarat ürítő kérődzők gyakori coccidiumainak esetében, amelyeknek a fala rendszerint végig szemcsézett, sötét színű, illetve oocystájuk más alakú és más méretű.

A terepen gyűjtött nyúlbélsárminták azonosításában a coccidiumokon kívül segítségünkre voltak azok a féregparaziták, amelyek csak kérődzőkben fordulnak elő (pl. *Moniezia*-fajok, *Müllerius capillaris*, *Cystocaulus ocreatus*, *Neostromylus linearis*), mert ezek előfordulása esetén biztosan kizárhattuk a hulladék nyúltól való eredetét.

²⁷ PELLÉRDY 1965.

²⁸ KASSAI 1999.

Csigahéjak kimutatása bélsárból

Először kísérletet végeztünk a nyúlbélsárba kerülő csigadarabkák kimutatása céljából. Száraz takarmányt – pl. granulált tápot, száraz rozskenyeret – is szívesen fogyasztó házinyúl táplálékába vegyes csigahéjtörmelékkel kevertünk. Ezt úgy végeztük, hogy nagy mennyiségű, apróra tört *Truncatellina*, *Granaria*, *Xerolenta*, *Cochlicopa* csigák héjdarabjait sütöttük kisebb, a bélsár megfelelő időben való ürülését jelző festékszemcséket is tartalmazó rozsliszt-pogácsákba (3. kép), amelyet az állat ad libitum elfogyasztott. A pogácsák elfogyasztása után az ürített bélsarat, illetve minden egyéb nyúlbélsármintát az alábbi módon vizsgáltuk meg.

A bélsármintát bélsárbogyónként 100–200 milliliter vízzel elkevertük, majd 5 perces ülepítés után, mialatt az apró szemcsés, ásványi anyagokból álló frakció leülepedett az edény aljára, a növényi rostok pedig a felszínen gyűltek össze, a felülúszó $\frac{2}{3}$ részét leöntöttük. A visszamaradt részt újból felöntöttük vízzel, és az alábbi műveletet többször megismételtük, mindaddig, amíg a szuszpenzió víztiszta-ságú lett. Ezt követően a dekantátumot Petri-cészébe öntve sztereomikroszkóp alatt átvizsgáltuk – ahol a nagyobb héjdarabok festés nélkül is jól láthatók, és az adott csigafaj meghatározására is alkalmasak voltak. A sztereomikroszkóppal nem kivethető struktúrájú, nagyon apró szemcsés üledéket pipettával tárgylemezre vittük, és áteső-fényes mikroszkóp alatt, nagyobb nagyítással vizsgáltuk meg azokat.

Mivel a bélsárból nyert finomabb üledékszemcsék között sok hasonló alakú volt, festési eljárást alkalmaztunk a csigahéjdarabok felismerésének megkönnyítésére. A desztillált vízzel átmosott üledéket néhány csepp Mayer-féle timsós hematoxilinnel²⁹ elkevertük, majd egy perc után ismételt csapvizes mosással kicsaptuk, és kimostuk a felesleges festékoldatot. A savanyú pácfesték élénk-lila réteggel vontak be a kalcium-karbonát és fehérje-matrix (conchiolin) tartalmú héjdarabkákat, amelyek így jól elkülöníthetőek voltak az ásványi szemcséktől. (A szerves anyag nélküli mészkő- és dolomitzemcsék nem vagy alig festődtek a hematoxilinnel, és amorf alakjuk is eltért a lapos, aragonit-kristályokból álló héjdarabkák szerkezetétől.)

Ezt a módszert alkalmaztuk a lőtt nyulak gyomortartalmából dekantálással nyert finomszemcsés frakció, illetve a természetben gyűjtött bélsárminták vizsgálatához is.

Tüdőféreglárvák izolálása bélsárból

A mozgékony fonálféreglárvák, így a tüdőféreglárvák is, a vízbe merített bélsárból – pozitív hidrotropizmusuk folytán – a vízbe vándorolva abban leülepednek. Az általunk alkalmazott Baermann-féle poharas lárvaiszolálás kúp alakú, talpas, kb. 250 ml-es ülepítő-pohárban történik, amit kb. $\frac{3}{4}$ -éig langyos vízzel töltünk meg. A vizsgálandó bélsarat egy 15 x 15 cm-es, négyszögletű, 125–250 μm -es

²⁹ KRUTSAY 1980.

lyukbőségű, selyem vagy nejlon szitaszövet közepére helyezve belemerítettük a pohárban lévő vízbe úgy, hogy a víz a bélsarat teljesen ellepje. Az izolálási idő bogyós bélsárnál legalább 1–2 óra volt, de általában 24 óra. Ennyi idő alatt a lárvák a pohár fenekén összegyűltek. Ezután a bélsár a szitával együtt kiemelhető a pohárból. A fenekén elkeskenyedő pohár legmélyebb pontjáról az üledéket, mely a lárvákat is tartalmazta, a vízbe merített 0,5 ml-es pipettába sodortattuk, és 5 centiméteres átmérőjű Petri-csészékbe vittük át.

A lárvák megkülönböztetését egyéb tüdőféregfajok lárváitól azok jellegzetes farki vége alapján végeztük. A *Protostrongylus*-lárvák közös tulajdonsága, hogy testük áttetsző (nem vagy alig granulált), és a farki vég sima hegyben végződik, farki függelék nincs, a mozdulatlan lárvák testtartása jellegzetesen begömbült, testük kontúrjai kifejezettek, élesek.³⁰

Csigák mesterséges fertőzése

A csigafertőzéshez 2007 augusztusától novemberéig a Csíki-hegyek területéről folyamatosan gyűjtött, mezei nyúl bélsárból izolált L1 lárvákat használtuk, annak kiderítésére, hogy a parazita végleges gazdájának élőhelyén előforduló apró csigafajok közül egyáltalán melyek lehetnek fogékonyak a tüdőféreggel történő fertőzésre. (Erről a területről gyűjtött talajminták feldolgozása során egyúttal megvizsgáltuk, hogy milyen csigafajok fordulnak elő az adott területen.)

A kísérlethez felhasznált fertőzésmentes csigákat a Széchenyi-hegy déli végében a Farkas-árok bejáratánál, a Borbála-lépcsőnek nevezett sziklasövény mentén, a sziklazugokban lepergő törmelékből gyűjtöttük. Mivel ezen a területen nyulak és patás vadak nem élnek, és háziállatok legeltetése sem folyik, az itt élő apró csigafajok biztosan mentesek tüdőféreglárváktól. E csigafajok mindegyike előfordult a fertőzött nyulak élőhelyén is.

A kísérlet során a *Vallonia costata*, a *Granaria frumentum*, a *Cochlicopa lubrica* és a *Truncatellina cylindrica* fajok juvenilis és adult egyedeit tettük 3–4 órára az L1 lárvákat tartalmazó szuszpenzióba, mely nagyjából a természetes fertőződéskor fennálló körülményeket – például az esővízbe jutó lárvákat és az eső után mászkáló csigákat – tükrözte. A fertőzésre használt tüdőféreglárvák pontos számát nem tudtuk meghatározni, mert a lárvák pontos megszámlálása azok jelentős arányú pusztulásával járt volna, de csigánként legalább 5–10 lárva volt a szuszpenzióban. Mivel a természetes körülmények között, az 1–2 centiméteres héjmagyságú csigák zömében is csak 1–2 lárvát lehet találni, ez a lárva-csiga arány elegendő kellett, hogy legyen a néhány milliméteres csigák és a lárvák megfelelő gyakoriságú találkozásához, azaz a fertőzés létrejöttéhez.

A fertőzési idő eltelte után a csigákat egy likacsos tetejű műanyag dobozba tettük, ahol a vizsgálatukig kevés avartörmeléken és nedvesített enyvmentes (kéz-

³⁰ NEMESÉRI-HOLLÓ 1972.

törlő) papíron tartottuk őket. Négy hét elteltével a csigák vizsgálatánál leírt módon, fénymikroszkóp alatt vizsgáltuk az állatokat a tüdőféreglárvák kimutatása céljából. Megállapítottuk a fertőzöttség prevalenciáját és intenzitását, illetve a bennük található lárvák fejlettségi állapotát. A különböző lárvastádiumokat a bélcső szemcsézettsége, illetve az L3 lárvákra jellemző barna burok megléte vagy hiánya alapján különböztettük meg.³¹

A fent leírt fertőzési eljárást Kecskemét határából, egy kaszálóról származó 20 *X. obvia* csigán is elvégeztük párhuzamosan az apró csigák fertőzése mellett, hogy ezekben kísérjük figyelemmel a lárvák fejlődését. A *X. obvia* példányokból 5–5 egyedet tíznaponta leöltünk, és megvizsgáltuk a bennük lévő lárvák fejlettségi állapotát. A fokozatosan kialakuló korai és érett L2, illetve a korai L3 és fertőzőképes L3 lárvák megjelenése alapján határoztuk meg a főkísérlet apró csigáinak exterminálási idejét, és ezáltal tudtuk eldönteni, hogy a bennük található lárvák valóban fejlődtek-e bennük.

A természetes lárvafertőzést hordozó csigákban lévő lárvák spontán kijutási képességének vizsgálata

2007. szeptember 8-án Kiskunfélegyháza határában egy akácos melletti tisztáson gyűjtött *X. obvia* csigákat, illetve az e területről származó talajmintában talált apró csigafajok egyedeit vizsgáltuk meg *Protostrongylus*-lárvák jelenlétére. Noha a nyúlban élő *Protostrongylus*-fajok lárváihoz hasonló lárvája van a juhok és kecskék *Protostrongylus*-fajainak is, ezért a kérődzők tüdőférgének lárvái a csigában morfológiailag nem elkülöníthetők a mezei nyúl tüdőférgének lárváitól, biztosan állítható, hogy az általunk vizsgált csigákban csak nyúl tüdőféreglárvák fordulhattak elő, mert ezen a területen kiskérődzők legeltetése nem történt, és az ugyanezen a területen, az elszórtan talált bélsár-hullatékok mezei nyulaktól származtak.

Ezeknek a csigáknak a vizsgálatát hasonló módon végeztük, mint a mesterségesen fertőzöttekét, de az erősen fertőzöttnek talált *X. obvia* egyedeket nem lapítottuk teljesen szét, hanem miután a barna lárvákat sztereomikroszkóppal is jól láttuk bennük (4. kép), a héjuk széttörése után a testüket egyben hagytuk, és desztillált vízbe helyeztük azokat. A negyvenhárom, féreglárvát hordozó csigatestet nem légmentesen lefedett Petri-csészében, 0,01%-os gentamycin tartalmú vízben áztatuk hat héten át, és figyeltük a bennük lévő lárvák viselkedését. A megfigyelési idő után a lassan bomló csigatesteket kiemeltük, és mikroszkópban megvizsgáltuk a bennük lévő lárvák számát és életképességét.

³¹ ZDÁRSKÁ 1960.

Fertőzött csigákkal történő féregfertőzés átvitele házinyúlra

Kiskunfélegyházáról 2007. szeptember 8-án gyűjtött, harmadik stádiumú *Protostrongylus*-lárvákat hordozó *X. obvia* csigákkal etetve házinyúlban próbáltunk létrehozni tüdőféregfertőzést. A csigákat előzetesen héjuktól megfosztva sztereomikroszkóppal vizsgáltuk, hogy tartalmaznak-e lárvákat, majd salátalevélbe begöngyölve őket a házinyúl elfogyasztotta azokat. Egy hónap múlva a fertőzés detektálása céljából, a bélsárból a fentebb leírt módon, Baermann-féle poharas módszerrel tüdőféreglárvákat próbáltunk kimutatni.

Lőtt mezei nyulak tüdőféreggel való fertőzöttségének vizsgálata

2005 és 2008 között három vadászidőszak alkalmával vizsgáltunk különböző területekről származó mezei nyúl tüdőket. A 2005. év ősztől 2006 januárjáig összesen kilenc, Békés megyéből származó mezei nyúl tüdőt vizsgáltunk, 2006–2007-ben 231 mintát kaptunk szintén Békés megyéből, végül a 2007–2008-as vadászidőszakban 86 tüdőt, melyből 62 Békés, 8 Pest, 8 Hajdú-Bihar, 2 Jász-Nagykun-Szolnok, illetve 6 Bács-Kiskun megyéből származott.

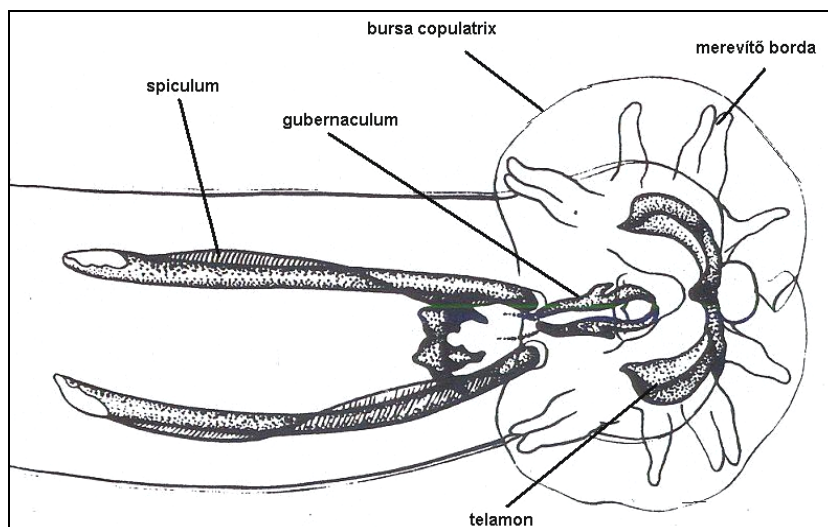
A minták többségét néhány napos hűtőszekrényben történt tárolás után vizsgáltuk, s mivel a fertőzött tüdőben a parazita lárvák napokig túlélnek a hideg környezetben, ez lehetővé tette a szövethől történő lárvaizolálást. Néhány tüdőt mélyhűtött állapotban kaptunk. A mélyhűtött mintákat a kiolvasztásuk után, a hűtötteteket a hűtőszekrényből kivéve sztereomikroszkóp alatt vizsgáltuk, s bennük féreggócokat, illetve kifejlett tüdőféregket kerestünk. A férgek fajmeghatározását Babos (1959) munkája alapján végeztük.

A mezei nyúl tüdőkből származó férgek identifikálásának módja

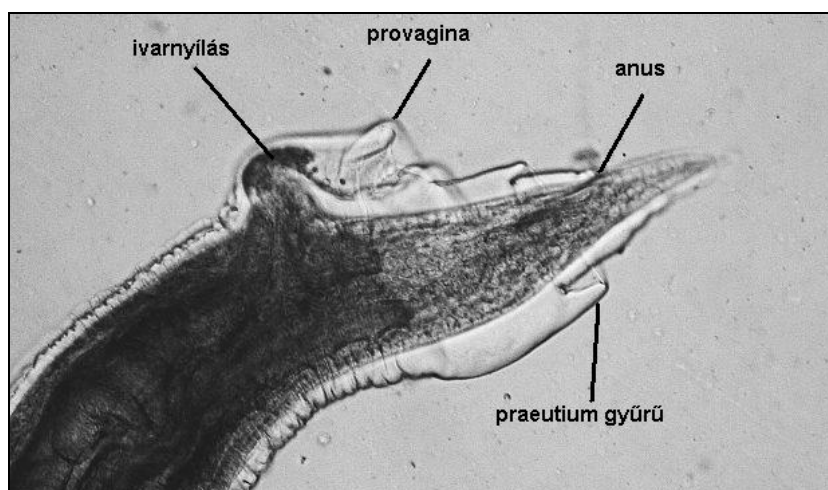
A tüdőkből talált férgeket az ivarszervek kitinizált részei, elsősorban a hímek páros *spiculumai* és a páratlan *gubernaculumja* alapján, valamint a nőstények farki végén lévő képletek felépítése alapján azonosítottuk. A féreg kutikulájából formálódott járulékos ivarszervek a megfelelő ivari partner kiválasztását teszik lehetővé a férgek számára, ennek megfelelően eléggé specifikusan alakulnak az egyes fajokban. Ezeket a képleteket nemcsak amiatt használják a fajok morfológiai azonosítására, mert az egyes fajokra jellemzőek, hanem további előnyük, hogy a preparálás során megőrzik alakjukat, ami az egyes példányok összehasonlítását lehetővé teszi. A hím hajlott, pálca alakú, kiölthető és visszahúzható *spiculumai* a nőstény ivarnyílásának kinyitására szolgálnak a párosodás alkalmával. Proximális végükön izmok tapadnak, disztális végük szabad, változatos formájú. A *spiculumok* között elhelyezkedő, ugyancsak két hosszanti félből összetett, de páratlan *gubernaculum* pedig a *spiculumok* mozgásának irányítására szolgál, mint egy vezető sín. A hím

A nyulak tüdőférgének köztigazdái és a végleges gazda fertőződésének módja

farki végén egy bordákkal merevített lebernyeg, a bursa copulatrix van, aminek tövét a protostrongylidák esetében egy kengyel alakú kitines ív, a telamon vastagítja meg. A bursa és a telamon a párosodó egyedek egymáshoz való rögzítésére szolgál. A nőivarú tüdőférgék farki végén a kidudorodó ivarnylást esetenként egy ívelt redő borítja, amelytől még a farokcsúcs felé egy további praeputium, vagyis tasakszerű, gyűrűs redő található. Még ettől is caudálisabb irányban, a farokcsúcs alatt nyílik a bélcső anális nyílása. Az említett képleteket az 1. és 2. ábrán szemléltetjük.



1. ábra. Hím *P. pulmonalis* farki vége (sematikus rajz Babos után)



2. ábra. Nőstény *P. tauricus* farki vége (eredeti fénykép)

Mivel az erre vonatkozó szakirodalom nagyon nehezen hozzáférhető, a magyarországi nyulak tüdőféregfajainak azonosíthatósága érdekében az identifikációra felhasználható morfológiai jellegzetességek rövid leírását Babos, illetve Skrjabin alapján az alábbiakban adjuk meg.

Spiculumok

A Metastrongylida főcsaládba tartozó férgek spiculumain, amely csoportba az általunk vizsgált tüdőféreg is tartoznak, gyakran találunk szárnyakat, s ezek a legfejlettebbek a Protostrongylidae családban. A *Protostrongylus* nembe tartozó fajok spiculumai rendszerint bot alakúak, proximális végük megvastagodott, kissé ferdén levágott. Itt tapadnak a visszahúzó izmok. A disztális vég felé egyenletesen vékonyodnak, majd bunkó, esetleg pingpongütő alakban végződnek. Ezt az erősen kitinizált részt a spiculum testének nevezzük. Mediális oldalukon két hosszanti sorba rendezett korongokat találunk, ezekből tüskeszerű képletek erednek. Ezek a tüskék szolgáltatják a dorzális és ventrális szárnyak vázát, melyek tulajdonképpen vékony, hártyaszerű képletek. A tüskék a szárnyaknak fésűs szerkezetet kölcsönöznek.

A Magyarországon előforduló két mezei nyúl tüdőféregfaj közül az egyik, a *Protostrongylus pulmonalis* esetében a spiculum testének hossza 120–150 μm , a szárnyak nagyon keskenyek, legnagyobb szélességük sem haladja meg a test szélességét, disztális végük soha nem nyúlik túl a test disztális végén. A tüskék egyszerűek, nem ágaznak el.

A másik magyarországi faj, a *P. tauricus* spiculumának teste 360–450 μm hosszú. Disztális vége gömb alakú megvastagodásban végződik. A ventrális szárny szélesebb, mint a test kétszerese, s túlnyúlik a test disztális végén. A tüskék elágazódnak, egyenesek, eredésük után közvetlenül két ágra válnak, mások háromágúak, néhány csak a disztális végén ágazik el. A dorzális szárny hasonló a ventrálishoz, de a test disztális végén jobban túlnyúlik. A tövisek a test végénél egy pontból kiindulva, elhajló, sugárszerű elrendeződést mutatnak.

Babos eredeti leírása szerint az üregi nyulakban előforduló *P. oryctolagi* spiculumának hossza 310–340 μm , pingpongütőszerű kiszélesedésben végződik, s két szárnya van. A dorzális szárny a spiculum egész testén végighúzódnak, legnagyobb szélességét a disztális vég közelében éri el, azon túl nem nyúlik. A ventrális szárny az elülső és a középső harmad határán ered, legnagyobb szélessége 220 μm , a disztális vég felé hirtelen elkeskenyedik. A szárny fésűs szerkezete hasonló a *P. tauricus*-éhoz.

Gubernaculumok

A *Protostrongylus*-ok gubernaculumuma három részből áll. Proximálisan egy fülekkel ellátott páratlan elem, a fej (caput) található. Ez erősen kitinezett. A fej a testbe (corpus) megy át, mely rendszerint páratlan képlet, de páros is lehet, amennyiben két oldalán a szövet megszaporodik, s közte a hártya átszakad. A testből

disztálisan indulnak ki páros szervként a lábak (crura). Ez erősen kitinezett, egyes fajoknál fogakat és dudorokat viselő szerv. (Egyes szerzők szerint a régebbi irodalomban használt „telamon” kifejezés a crurának felel meg, de ez nem így van, mert a telamon készülék a féreg farki végén lévő kitines ív, amely nem tartozik a gubernaculumhoz.) A *Protostrongylus* nemből a gubernaculum jól fejlett, bonyolult felépítésű, s mint ilyen, még a fajok elkülönítésében is az egyik legfontosabb rendszertani bélyegként szerepel.

A *P. pulmonalis*-nál a caput 0,034–0,038 mm széles. Ventrális nézetből két erősen kitinezett vaskos szarvból áll, melyeket proximálisan egy nyereg alakú, sötét rész tart össze. E nyereg alakú képlet alól indul ki a lant alakú test, ennek laterális szegélye megvastagodott, s a crurák előtt összeolvad. A két laterális szegély közti területet vékony hártya tölti ki, melyen proximálisan egy ásó alakú folytonossági hiányt találunk. E folytonossági hiány közepének magasságában, a test megvastagodott szegélyén mindkét oldalon egy-egy, valamint a crurák fölött szintén egy kupa alakú, sötét színű kitin képletecske van. A crurák proximálisan összenőttek, s 0,046–0,052 mm hosszúak. Színük sárgásbarna, szemcsés szerkezetűek. Gyakran, de nem minden esetben, közepükön laterálisan egy-egy fül alakú kiszélesedést találunk. Disztális végük hegyes, rendszerint felkunkorodott. A crurák teljesen simák, rajtuk sem fogakat, sem dudorokat nem találunk.

A *P. tauricus* esetében a caput alakja igen változatos. Két laterális és egy ventromediális szarvból áll. A szarvak kevésbé vaskosak és kifejezettek, mint az előző fajé, sokszor, különösen a végük hullámos lefutású. Csúcsuk felé a kitinezettség gyakran gyenge, s így a szarvak határai nehezen ismerhetők fel. Néhány példány ventromediális szarva villaszerűen három ágra oszlik, másoknál egységes. A három szarv egyesülése alól indul ki a megnyúlt ovális test, melynek két laterális szegélye szakaszosan megvastagodott. A test közepét vékony hártya alkotja. Az oldalsó megvastagodás fokozatosan a crurába megy át. A crura proximálisan kúp alakú, majd kissé kiszélesedik, s disztális irányban fokozatosan elvékonyodik. Közepén kissé meghajlik. Proximális végén három sötét dudort, disztális végén négy fogat találunk. A fogak elkülönítve, egyenként erednek a crura testéből.

A *P. oryctolagi* gubernaculumának feji része és a test nagyon hasonlít az előző fajéhoz. A crura 0,08–0,086 mm hosszú, zömök, szemcsés szerkezetű. Proximális végének laterális felületén egy 0,018 mm hosszú, csőrszerű képlet emelkedik ki. Disztális végén 5, nagyjából egyenlő nagyságú fog figyelhető meg, ezek közvetlenül a testből erednek.

A három hazai nyúl tüdőféregfaj gubernaculumának leírásából megállapítható, hogy azok a fajra nézve jellemző szerkezetűek. Csak a *P. pulmonalis* cruráján nem találunk fogakat, a *P. tauricus* crurájának proximális végén apró göböket, a *P. oryctolagi*-én csőrszerű nyúlványt találunk, mindkét faj esetében a fogak közvetlenül a crura testéből erednek.

Az egyéb képletek felhasználhatósága az identifikáció számára

A telamon apparátus a Protostrongylidák hímeinek farki végén lévő ívek, melyek merev támasztó szövete védi a cloaca falát a spiculum és a gubernaculum mozgása által keletkező sérülésektől, mely mozgást a protractoricus és retractoricus izmok tesznek lehetővé. A farki vég disztális részét bélelő képlet a bazális lemez. Ebből ventrálisan két lemez indul ki, mely két oldalról körül fogja a cloaca nyílását, ezek a vertikális lemezek. Ezek néha megkerülve a cloaca-t, harántlemezben egyesülnek. A bazális lemezből proximálisan és laterálisan többé-kevésbé fejlett nyúlványok indulnak ki, ezek a laterális lemezek. A bazális lemezből rendszerint páratlan képletként indul ki a dorzális lemez. A haránt vagy a vertikális lemezekből gyakran proximodorzálisan külön ágak indulnak ki, melyeket proximális lemezeknek nevezünk.

E szerv a protostongylidáknál jól fejlett, felépítése egyetlen nem fajai között is változik, ugyanakkor azonban a nemen, sőt az alsóaládon belül bizonyos felépítési típusok is vannak.³² Ennek ellenére a telamon apparátus szerkezeti sajátosságait a fajok elkülönítésére nem találtuk a legalkalmasabb bélyegnek, azok vizsgálatának nehézsége miatt.³³

A bursa copulatrix, azaz ivartasak esetében a Protostrongylidae család tagja-inál is jelentkezik a csökevényesedés felé mutató tendencia, mely a legszembetűnőbben a dorzális bordán mutatkozik. Ez papillákkal ellátott, gömbölyű vagy lapos képlet alakjában észlelhető. A csökevényesedés oka, hogy a férgek sajátos tartózkodási helye (apró légutak, tüdőszövet) a bélcsatornához képest jóval kisebb méretű. Ezért feltételezhető, hogy a tüdőben új körülmények közé jutott férgek számára a jól fejlett bursa elveszti funkcionális létjogosultságát, és a filogenezisnek bizonyos fokán elcsökevényesedik.³⁴ A nyúl tüdőférgesek bursája lényegében azonos felépítésű. A bordák elrendezésében és nagyságában semmi olyan lényeges eltérést megállapítani nem lehet, mely a fajok elkülönítésére alkalmas volna. Bizonyos fokú méretbeli eltérések tapasztalhatók ugyan, ezek azonban egy-egy fajon belül is nagyon változékonyak. Állandó jellegű és fajhatározó értékű eltérés csak a *P. pulmonalis* bursalebenyén van: annak disztális végén, ahol a két oldallebeny találkozik, egy négyzet alakú kivágást találunk.

A nőstényeken található provagina – amely az ivarnyílástól disztálisan nyúló csőszerű képlet – alakja, jelenléte vagy hiánya a hazai tüdőféregfajok között fajhatározó jellegű. A *P. pulmonalis*-nak nincs provaginája, a *P. tauricus*-é félharang alakú, a *P. oryctolagi*-é jóval rövidebb, zezugos határú és ventrális nézetből félhold alakú.

A férgek járulékos ivarszerveinek leírásából megállapítható, hogy a nyúl tüdőféregfajok *elkülönítésére a legfontosabb rendszertani bélyeg a gubernaculum cruciájának és a spiculumnak a szerkezete*. A bonyolult felépítésű és nehezen vizsgálha-

³² BABOS 1959.

³³ BABOS 1959.

³⁴ BABOS 1959.

tó telamon apparátus egyes példányok meghatározására kevésbé alkalmas. A bursa copulatrix felépítése annyira hasonló, hogy a fajok elkülönítésére szintén nem vehető tekintetbe. A nőstények faji hovatartozása a provagina alakja, jelenléte vagy hiánya alapján ismerhető fel.

Fertőzött mezei nyúl tüdőkből származó L1 lárvák izolálása

A mozgékony tüdőférgelárvák a vízbe merített tüdőszövetből a vízbe vándorolva abban leülepednek. A Baermann-féle poharas lárvaizolálást alkalmaztuk csúcsos fenekű, talpas, kb. 250 ml-es ülepítőpohárban. Az izolálási idő néhány óra volt. Ennyi idő alatt a lárvák a pohár fenekén összegyűltek. A bélsárból történő lárvaizoláláshoz képest az volt a különbség, hogy a tüdődarabkák alá nem kellett szitászövetet helyezni, mert azok nem süllyedtek le a vízben, ugyanakkor az izolálási idő nem húzódhatott el egy napig, mert a szervből kijutó és vízben megduzzadó nyálka gátolta a lárvák leülepedését.

Eredmények

1. A nyulak élőhelyén gyűjtött *X. obvia* csigák vizsgálatával megállapítottuk, hogy ez a csigafaj természetes körülmények között is hordoz *Protostrongylus*-lárvákat. Összesen 170 megvizsgált csiga közül 51 csiga hordozott jellegzetes morfológiájú *Protostrongylus*-lárvákat a talpában. A fertőzött csigákban többnyire 1–2 lárva volt, de akadtak olyan csigák, amelyek izomszövetében 20-nál is több lárva volt található (4. kép). Mivel a vizsgált élőhelyen kérődző állatok nem fordultak elő, az általunk talált lárvák igen nagy valószínűséggel a nyulak tüdőférgesitől származtak. A köztigazdáiban található tüdőférgelárvákról azért is állítható, hogy nyulak férgesitől származtak, mivel kizárólag barna színű, bordázott burkú *Protostrongylus*-lárvákat találtunk a csigákban (5. kép), vagyis más színű és megjelenésű, például *Müllerius*, *Cystocaulus*, *Neostromylus* vagy *Varestrongylus* lárvákat nem. Mivel a házi kiskérődzők – különösen a csoportosan legeltetett állatok – szinte mindig többféle tüdőférgeset hordoznak egyszerre, többféle tüdőférges lárva hagyta volna hátra a csigákban, ha bélsarukat az általunk vizsgált területen hullatták volna el. Ezért a *Müllerius*, *Cystocaulus* és *Neostromylus* lárvák hiánya megerősítette, hogy a csigákban nem házi kiskérődzőkből származó *Protostrongylus*-lárvák voltak. Elvileg a vadon élő kérődzők tüdőférgesit is megtalálhattuk volna a vizsgált csigákban, hiszen azt nem lehetett kizárni, hogy őzek és szarvasok ne menjenek a csigák élőhelyére, de ezeknek a vadaknak minden tüdőférgelárvája különbözik a *Protostrongylus*-nem fajainak lárvaítoitól, és a csigákban való hiányuk is azt erősítette meg, hogy az általunk vizsgált csigák csak a nyulak tüdőférgesivel voltak fertőzöttek. Ezek alapján bizonyítottunk véljük, hogy a *X. obvia* természetes körülmények között is köztigazdája lehet a nyúlban élő *Protostrongylus*-fajoknak.

2. A megölt *X. obvia* csigák testének megfigyelése során nem tapasztaltuk, hogy a lárvák aktívan kiszabadultak volna azok testéből. A bomló csigatestekben lévő 152 lárvából 42 nap elteltével mindössze 5, nem mozgó példányt találtunk szabadon a folyadékban, melyek közül azonban ingerlés hatására csak kettő mutatott életjeleket. Aktivitásuk hiánya miatt valószínű, hogy a szabad lárvák csak mechanikai okok miatt kerültek ki a fellazult csigaszövetekből. A szövetekben maradt többi lárva sem volt mozgásképes a megfigyelési idő végére. Annak ellenére, hogy a baktériumos bomlást antibiotikummal jelentősen hátráltattuk, az autolizálódó szövetek és a megjelenő penészgombák anaerob körülményeket előidéző hatása – és talán toxikus hatása is – a lárvákat elpusztította. A szabad természetben elhullott csigákban a rothadási folyamatok még gyorsabbak, ezért abban az esetben a lárvák még nagyobb eséllyel pusztulhatnak el. Ha a hathetes időszak nem volt elég arra, hogy a csigatestből a lárvák számottevő mértékben kimásszanak, ez a folyamat a természetes körülmények között aligha mehet végbe. Az a megfigyelés, hogy csak a bomló csigatestből kiesett lárvák között találtunk két, melegítés hatására enyhe mozgást mutató példányt, arra utal, hogy a lárvák leginkább éppen a csigatest rothadása miatt pusztulnak el. Ha ezt a lárvák el akarnák kerülni, a köztigazda pusztulása után igyekeznének elhagyni annak testét. Mivel erre utaló jelet nem találtunk, a lárvák kijutását a csigatestekből csak véletlenszerű eseménynek tartjuk, amely a talpizomzat szétmállása miatt következik be. Ezek alapján megállapítottuk, hogy *életképes tüdőféreglárva nem, vagy csak kivételes körülmények között tudja elhagyni az elpusztult csigát.*

3. A házinyúl spontán módon nem fogyasztott a mellé helyezett 10–15 mm-es héjmagyságú *X. obvia* csigákból, mert azok mindegyike vagy elpusztulva vagy épségben megtalálható volt a megfigyelési idő letelte után a nyúl mellett. A nyúl bélsarában csiga- és jelzőfesték-maradványokat kimutatni sem sikerült. A kísérlet alapján úgy tűnik, *hogy a 10 mm-es vagy ennél nagyobb csigák elfogyasztását a nyúl elkerüli, mindenestre nem preferálja.* Ha tehát a *X. obvia* élettani szempontból megfelelő köztigazdája is a *Protostrongylus*-lárváknak, ez nem jelenti feltétlenül azt, hogy ez a csiga egyben jó eséllyel fertőzi is a nyulakat tüdőféreglárvákkal.

4. A késő ősszel lőtt mezei nyulak gyomortartalmából egyetlen csigahéjmaradványt sem sikerült kimutatni. Ennek oka az lehet, hogy *ősszel a nyulaknak kevés esélye van csigát fogyasztani, mert ekkor a csigák már nem mászkálnak a növényzeten, hanem hibernálódnak.* Sajnos, a vadászati idényen kívül, a vegetációs időszak nagy részében, amikor a csigák a növényzeten tartózkodnak, gyakorlatilag nincs lehetőség nyúlgyomrok vizsgálatára, ezért ez az egyébként kézenfekvőnek tűnő vizsgálati eljárás a csigafogyasztás vizsgálatára, hatékonyan nem alkalmazható. Elvileg a gyomortartalom csigahéjmentességét a gyomorsósav oldó hatásával is magyarázhatnánk, azonban a nyáron hullatott bélsárból kimutatható héjtöredékek bizonyítják (lásd alább!), hogy a gyomron áthaladhatnak a csigahéjmaradványok. Feltételezhető ezért, hogy amennyiben nyáron lőtt nyulak gyomortartalmának vizsgálatára volna lehetőség, abban lehetne héjmaradványokat találni.

5. Nyáron tizenegy alkalommal gyűjtöttünk mezei nyulaktól származó természetes bélsárhullatékot. Az egy-egy alkalommal gyűjtött mintában valószínűleg sok egyedtől származó bélsár volt, mert azok néhány esetben akár 20–30 különböző helyről származtak. Ezt az egyedszámot azonban nem lehet teljes biztonsággal megállapítani, hiszen egymástól nagy távolságban talált hulladék is származhat ugyanattól az egyedtől, illetve azonos helyen különböző korú hulladékok is megfigyelhetők, melyek esetében szintén nem állítható biztosan, hogy azok nem azonos egyedtől származnak. Az is előfordulhat, hogy egy példány sok kis mennyiségű bélsarat ürít egymástól kis távolságra, vagy egyszerre nagyobb mennyiséget hagy egy helyen, ami szintén nehezíti a talált bélsár egyedi eredetének megállapítását. A tizenegy alkalommal gyűjtött mintából hat esetben sikerült csigamaradványokat detektálni, melyek valószínűleg csupán egy-egy egyedek képviselték a több egyedtől származó mintában. A maradványok kevés, apró töredékek alakjában voltak felismerhetők. A legtöbb héjtöredék alapján az elfogyasztott fajt és példányszámot nem lehetett meghatározni, de a Békéscsaba mellett gyűjtött mintákban a *Monacha cartusiana*, a Csíki-hegyeken gyűjtött mintákban pedig a *X. obvia*, az *Aegopinella minor*, a *Granaria frumentum* (6. kép) és az *Acanthinula aculeata* fajok jelenlétét meg lehetett állapítani. Az *Aegopinella minor*, a *Granaria frumentum* és az *Acanthinula aculeata* fajok 0,5 cm-nél kisebb héj nagyságúak, és töredékük friss állapota (a rajtuk lévő conchiolin réteg) alapján az elfogyasztásuk alkalmával élő egyedek lehettek. A többi faj héjtöredéke kopott volt, tehát már az elfogyasztás előtt elpusztult csigák héjtöredékei is lehettek, amelyek a növényzet fogyasztása közben a levelekre tapadva kerülhettek a nyúl emésztőrendszerébe. A másik két csigafaj nagyobb testű, kifejezett korában 1–2 centiméteres héj nagyságú állat. A nyúl által elfogyasztott *M. cartusiana* és *X. obvia* példányok juvenilis egyedek is lehettek, mivel e nagyobbra növő csigáknak is csak a fiatal egyedekre jellemző, vékony héjdarabkái kerültek elő. Ezek szerint a mezei nyúl nyáron az aprótestű csigákat élő állapotban is elfogyaszthatja, de valószínűleg csak igen kis mennyiségben.

6. A Csíki-hegyeken lévő élőhelyen 15 csigafajt gyűjtöttünk (1. táblázat), amelyek között 12 volt az 1–10 mm-es héj nagyságú faj, és ezek példányszáma több mint negyvenszerese volt a náluk nagyobb, adult korban legalább 1,5 cm-t elérő csigáknak. (A kicsi és a nagy héjú fajok héjméreteit, illetve a gyűjtött példányaiknak a mennyiségét a *Függelékben* szemléltetjük.) A gyűjtött példányok zöme üres héj volt, mindamelllett az ottani élőhely fajarányait tükrözte. A nagyobb héjú fajoknak is több fiatal, kistestű példánya volt gyűjthető, de ezekről feltételezhető, hogy nagyobbra is nőhettek volna. Ettől függetlenül a kicsiny csigák jóval nagyobb számban voltak, mint a nagyok, mert a parányi fajok egyedszáma lényegesen meghaladta a nagytömegét.

A vizsgált talajmintákban a *Truncatellina cylindrica* az összes példány 81%-át tette ki, vagyis ez a faj dominált az élőhelyen. Mondhatnánk, hogy csupán e faj miatt billen a mérleg az apró fajok javára, de még ha ezt a fajt el is hagyjuk az össze-

hasonlításból, akkor is 218 apró héjú példányra esik a 34 potenciálisan nagyobbra növő példány. A *Truncatellina*-k azonban általánosan elterjedt lakói a gyepeknek, és éppen nagy egyedszámuk az egyik oka annak, hogy a kistestű fajok egyedei számbeli fölényben vannak a nagyobb testűekkel szemben. Különösen a *Truncatellina*, *Pupilla*, *Vallonia*, *Euconulus* és *Granaria* fajok találhatók meg a nem művelt, természetes gyepekben,³⁵ amelyek példányait mi is nagyobb gyakoriságban tudtuk kimutatni a többi csigánál. Ebből arra következtetünk, hogy a *protostrongylidákat* hordozó nyulak élőhelyén, bármely időszakban, az aprótestű csigák egyedszáma nagyságrenddel is többszöröse lehet a nagyobb csigák egyedszámának. Mivel a legtöbb gyepeken csak apró fajok élnek, és a nagytestűek elsősorban erdő- és bozótlakók, valójában az apró példányok mennyisége akár több nagyságrenddel is nagyobb lehet a nagyobb példányok mennyiségénél egy adott élőhelyen.

7. A Csíki-hegyeken a 2007. 09. 03-ától 2007. 10. 31-éig tartó időszakban 8 *T. cylindrica*, 1 *G. frumentum*, 24 *Z. detrita* és 4 *E. strigella*; a 2008. 04. 09-étől 2008. 05. 07-ig tartó időszakban pedig 25 *Z. detrita*, 17 *X. obvia*, 82 *V. costata*, 46 *T. callicratis* és 6 *Pupilla triplicata* élő egyedeket gyűjtöttünk. Ezek között nem találtunk tüdőféreglárvákkal fertőzött példányokat, annak ellenére, hogy az ott talált bélsárminták rendszeresen tartalmaztak ilyen lárvákat. Ezek szerint, még olyan élőhelyen is, ahol a nyulak bizonyíthatóan fertőzöttek tüdőféreggel, a csigák között nagyon ritka lehet a tüdőféreg lárvával fertőzött példány. Az üres héjak nagy tömegéhez képest élő csigákat jóval kisebb számban lehet találni, tehát a nyúl eleve kevés olyan csigával találkozhat, amelyekben egyáltalán élő féreglárvák lehetnek.

8. A 2007. 08. 30. és 2007. 09. 03. között terjedő időszakban összesen 70 (38 darab 2 mm-es *V. costata*, 17 darab 1 mm-es *T. cylindrica*, 9 darab 5 mm-es *G. frumentum* és 6 darab 4 mm-es *C. lubrica*) csiga mesterséges fertőzése alkalmával tizenhat *V. costata* egyed (7. kép) és egy *T. cylindrica* egyed (8. kép) fertőződött a nyúlbélsárból nyert lárvákkal. A fertőzés után négy héttel a csigákban általában egy-egy lárvát találtunk, de egy *Vallonia* 2, egy másik pedig 3 lárvát hordozott a talpában. Az egyes lárvastádiumok fejlődésének folyamatát (9–11. kép) a velük párhuzamosan fertőzött *X. obvia* csigákban követtük. A *Vallonia* és a *Truncatellina* csigákban jól fejlett L3 lárvákat találtunk, amelyek a természetes fertőzöttséget hordozó, és a párhuzamosan fertőzött *X. obvia*-ban talált lárvák morfológiájával is megegyeztek (12. kép). A kísérletre felhasznált csigáknak mintegy negyede fertőződött *Protostrongylus*-lárvákkal. Ez a fertőződési arány jóval rosszabb volt, mint a mesterségesen fertőzött *X. obvia* esetében, amelyek közül 18 egyed fertőződött a lárvákkal. Mivel a *X. obvia* talpának felülete legalább ötvenszerese a *Vallonia* vagy *Truncatellina* csigák talpának, a lárvák behatolási esélye nagyobb a nagytestű csiga esetében. A kis csigák fertőzésének viszonylagos sikertelensége annak következménye is lehetett, hogy a réten heverő nyúlbélsárból izolált lárvák nem mindegyikének

³⁵ KERNEY-CAMERON-JUNGBLUTH 1983.

volt tökéletes az életképessége, ezért bizonyos részük képtelen volt a csigák fertőzésére. (Nem lehetett ugyanis megállapítani, hogy a gyűjtés előtt a bélsár mennyi ideig száradt a külvilágon.) A kísérlet mindenesetre bizonyította, hogy *a kistestű csigák eredményesen fertőzhetők Protostrongylus-lárvákkal, vagyis kicsinyiségük ellenére képesek teljesen fejlett L3 lárvát kihordani a testükben.*

9. Egy, illetve három hónappal a házinyúl fertőzött csigákkal való kényszeretése után a bélsárból történő lárvazozolás során nem találtunk tüdőférgelárvákat. Noha a szakirodalom a morfológiai vizsgálatok alapján úgy véli, hogy a mezei nyúl tüdőférgéi meg tudnak telepedni házinyúlban is, *nem tudtuk bizonyítani, hogy a mezei nyúl élőhelyén gyűjtött, fertőzött köztigazdák patens fertőzést képesek létrehozni a házinyúlban.* Bár más kutatóknak már sikerült a *Lepus timidus* tüdőféreg fertőzését házinyúlra átvinni,³⁶ a kísérletben használt állat nagyon fiatal, mindössze 3 hónapos volt, illetve az L3 lárvákat egy csövön keresztül egyenesen a gyomorba juttatták. Lehetséges tehát, hogy a mezei nyúlnak és az üregi nyúlnak élesen elkülönült tüdőféregfajai vannak, és a Babos által 1959-ban leírt, de azóta mások által soha meg nem figyelt *P. oryctolagi*, biológiailag is elkülönül a mezei nyúl tüdőférgétől.

10. A 326 vizsgált nyúltüdő minta közül mindössze kettő volt tüdőférgekkel fertőzött, amelyek Kecskemétről, illetve Kiskunfélegyházáról származtak. Mindkét tüdőben a *Protostrongylus tauricus* (Schulz és Kadenazii, 1949) *faj nőtényeit és hímjeit találtuk* (13–18. kép). A férgek egyedszámát nem tudtuk megállapítani azok feldarabolódása miatt, de a két fertőzött tüdő mindegyikében legalább egy-egy ivarérett hím és több ivarérett nőtényt találtunk. A megvizsgálható részek alapján a férgek morfológiai jellemzőit az alábbiakban adjuk meg.

A kifejlett hím férgek hossza 34, illetve 54 mm volt, maximális szélességük 0,22 mm. Az idegyűrű a feji végtől kb. 0,2 mm-re volt látható. A nyelőcső 0,4 mm hosszú. A farki vég (16. kép) a bursa előtt ívet alkot. A két spiculum alap-törzsből és disztális végén kiszélesedő két szárnyból áll (17. kép), hossza 0,36–0,46 mm volt. A gubernaculum fejéből három nyúlvány indul ki, kettő laterálisan, egy ventrálisan. A fej disztális vége egyesül a gyengén kitinezett testtel, mely a páros lábakra megy át. A lábak disztális végükön 6 fogacskát viseltek (18. kép). A gubernaculum feje 0,028–0,036 mm, a lába 0,11 mm hosszú. A bursa feltűnően két lebenyre osztott. A ventrális bordák egyenlő hosszúak, szorosan egymás mellett fekszenek, s alig voltak láthatóak. Az elülső laterális borda rövidebb, mint a többi, azoktól izoláltan fekszik. A középső és hátulsó laterális bordák egyenlő hosszúak, és egymáson fekszenek. A külső dorzális borda izoláltan fekszik. A dorzális borda a genusra jellemző módon gömbszerű, két elülső és három hátulsó papillával, ezeken kívül egy vékony hártáival ellátott, hosszú szárú papillával.

A nőtények hossza 68–80 mm, szélességük 0,16–0,19 mm között volt. Farki végük a fajra jellegzetes morfológiát mutat (13–15. kép). A vulvától a farki vé-

³⁶ KRALKÁ-SAMUEL 1984.

gig a távolság 0,27–0,37 mm. A provagina 0,25 mm hosszú (15. kép), az anust nem éri el, tőle disztálisan egy praeputiumszerű kutikula kettőzet található (13–14. kép), a vagina két uterusra oszlik. Az anus távolsága a farki végtől 0,063 mm.

A vizsgált mezei nyulak többségét, mintegy 302 egyedét, Békés megyében lőtték, míg Bács-Kiskun megyéből, ahonnan a fertőzött tüdők származtak, csupán 6 mintát kaptunk.

Az alacsony fertőzöttségi prevalencia alapján az feltételezhető, hogy a mezei nyulak tüdőférgessége csupán bizonyos területeken fordul elő Magyarországon, amelynek különböző okai lehetnek. A mezei nyulak jellemzően territoriális állatok, így a parazita nehezen juthat el nagyobb távolságokra, és ennek a csiga köztigazdában való fejlődés sem kedvez. Emellett a terület csigafaunájának is szerepe lehet a parazita fennmaradásában, így például mészben gazdag területeken, ahol sok csiga él, illetve ahol a mezőgazdasági művelés nem pusztítja el a csigák többségét, gyakoribb lehet a féregfertőzöttség a nyulakban, mint másutt. Mivel az alföldi mezei nyulak előszeretettel táplálkoznak a különböző gabonaföldeken, ahol csigák általában nem fordulnak elő, az általunk vizsgált nyulak talán kevés csigával találkozhattak. Ezt alátámasztja, hogy Békés megyében, ahol nagy a mezőgazdasági művelés alatt álló területek aránya, és ahonnan a mezei nyúltüdők többsége is származott, fertőzöttséget nem találtunk.

Kutzer és Frey (1976) Ausztriában végzett felmérésében 590 vizsgált mezei nyúlból 26,3% *Protostrongylus commutatus*-szal, míg 0,17% *P. tauricus*-szal volt fertőzött. Egy későbbi osztrák tanulmányban 630 vizsgált mezei nyúlból 140 tüdőféreggel fertőzött egyedét találtak (22,2%), ebben az esetben azonban nem derül ki, mely tüdőféregfajokat találták meg a fertőzött nyulakban.³⁷

Babos 1953–1956 között 544 mezei nyulat vizsgált Győr-Moson-Sopron, Vas, Zala, Komárom-Esztergom, Veszprém, Somogy és Hajdú-Bihar megyékből. A Dunántúlon átlagosan 60,74%-os fertőzöttséget talált az állatokban, Hajdú-Bihar megyében pedig 18,5% volt az arány. Az ausztriai és dunántúli nyulak fertőzöttsége összehasonlíthatatlanul magasabb az általunk detektált fertőzöttség mértékénél. *A mezei nyúl tüdőférgességének prevalenciája tehát az egyes földrajzi területeken szélsőségesen eltérhet egymástól.* Ennek valószínűleg nem a fogékonyságbeli különbség az oka, hanem az, hogy a fertőződési lehetőség más és más az egyes területeken.

11. *A két, tüdőféreggel fertőzött nyúltüdő egyikéből sem sikerült érett L1 lárvákat izolálni, így azokkal csigákat mesterségesen fertőzni.* Ennek oka az lehet, hogy a nőstény férgek a vizsgálat időpontjában még nem voltak megtermékenyülve, vagy a peték termelése és érése nem folyamatos, és az elsősorban a nyári vegetációs periódusra eshet. Ekkor a továbbfertőzésnek is nagyobb az esélye, mivel a csigák is előjönnek a téli rejtékhelyükről. Ez feltételezi a parazita képességét arra, hogy a gazdaszervezet állapotából képes legyen érzékelni a továbbfertőzéshez ked-

³⁷ DEUTZ-HINTERDORFER 2000.

vező, illetve kedvezőtlen időszakot. Mivel számos fonalféreg – így például a bélben élő trichostrongylidák – esetében is bizonyították, hogy a férgek petetermelése függvénye a gazda élettani állapotának,³⁸ ez a feltételezés a protostrongylidák esetében is helyes lehet. Ezért az őszi és a téli folyamán lőtt nyulak tüdejében nem feltétlenül számíthatunk fertőzőképes lárvák jelenlétére, még ha az tüdőférgert tartalmaz is.

Következtetések

Megállapításaink úgy összegezhetők, hogy a vegetációs időszakban, amikor a csigák is aktívak, a nyulak bár ritkán, de aprótestű csigákat elfogyasztanak, amelyek esetenként képesek tüdőféreglárvákat nevelni a testükben. Lehet, hogy a nagyobb testű, hosszabb életű csigák jobb eséllyel fertőződnek a nyúlbélsárból származó lárvákkal, mint a kisebbek – miként ezt a Kiskunfélegyháza mellett gyűjtött *X. obvia* egyedek alátámasztani látszanak –, de ez még nem feltétlenül jelenti azt, hogy a nagyobb csigák nagyobb eséllyel közvetítik is a fertőzést a nyulakra, mint a kicsik. A nyulak alacsony szintű tüdőféreg fertőzöttsége részben annak lehet a következménye, hogy a nyulak lehetőség szerint elkerülik a csigák szándékos elfogyasztását, de az általuk talán észrevehetetlenül apró, kistestű csigák pedig, amelyeket véletlenül lenyelhetnek, ritkán fertőződnek tüdőféreglárvákkal, és a nagyobb csigákhoz viszonyítva kevés lárvát képesek hordozni a testükben. Ezért a nyulak fertőződésének esélye viszonylag alacsony, és a kérődző állatokhoz képest jóval rövidebb életük sem nyújt alkalmat a bennük élő férgeknek sok lárvát produkálni.

Ez evolúció biológiai szempontból azért érdekes, mert ha ez a féreg köztigazda nélküli, vagyis közvetlen fejlődésű volna, miként például a nyúlnak a bélben élő fonalférgei, azt gondolhatnánk, hogy úgy nagyobb eséllyel tudná fertőzni a gazdát a növényzetre kerülő peték vagy lárvák útján. Ez a direkt fejlődésű férgek esetében általában így is van,³⁹ s ezért az ilyen férgek nagy egyedszámú infrapopulációkat hoznak létre a gazdáiban, s ez már rendszerint kóros tüneteket eredményez. Felvetődik azonban a kérdés, hogy természetes körülmények között van-e adaptív jelentősége a parazita gazdakárosító hatásának, és az evolúció nem arra szelektál-e inkább, hogy az élősködő és a gazdaszervezet tartósan együtt éljen? Ennek egyik megvalósulása lehet a hosszú időszak alatt elhúzódóan szerzett fertőzés folyamata, amely a gazda számára a megfelelő mértékű immunitás kialakulásának lehetőségét, a parazita számára pedig például a köztigazdában való hosszú fennmaradás esélyét jelenti. A nyúl e ritka parazitájának tanulmányozása közelebb vihet minket a fejlettebb szervezetű „kórokozók”, a többséjtű paraziták evolúciós alkalmazkodásának jobb megértéséhez.

³⁸ KASSAI 1999.

³⁹ ANDERSON 1992; KASSAI 1999.

IRODALOM

- ANDERSON 1992
Anderson, R. C.: Nematode parasites of vertebrates, Their development and transmission. CAB International, Wallingford, UK. 1992. 154–175.
- AZIMOV–UBAIDULLAEV–ZIMIN 1973
Azimov, D. A. – Ubaidullaev, Y. V. – Zimin, Y. M.: Protostrongylid diseases of sheep and goats (In Russian). Veterinariya, 9. (1973) 66–88.
- BABOS 1959
Babos S.: Vizsgálatok a magyarországi leporidák tüdőférgességéről. Kandidátusi értekezés. Budapest, MTA Állategészségügyi Kutató Intézet, 1959.
- BOAG 1983
Boag, D. A.: The response of terrestrial snails to the presence of ungulate feces, a source of nematode larvae (Metastrongyloidea: Protostrongylidae). Can. J. Zool., 61. (1983) 1852–1856.
- CABARET 1982
Cabaret, J.: L'infestation des chèvres par *Muellerius capillaris* au pâturage. Roles des larves infestantes libérées après la mort des limaces hôtes intermédiaires. Ann. Parasitol., 57. (1982) 637–638.
- CABARET 1991
Cabaret, J.: Survival of sheep and goat first stage protostrongylid larvae in experimental conditions: influence of humidity and temperature. Journal of Helminthology, 65. (1991) 201–207.
- CAIN–M. A.–PHIL 1953
Cain, A. J. – M. A. – Phil, D.: Visual selection by tone of *Cepaea nemoralis*. Journal of conchology, Vol. 23, No. 10. (1953) 333–335.
- DEUTZ–HINTERDORFER 2000
Deutz, A. – Hinterdorfer, F.: Krankheiten des Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas) – Sektionsbefunde, Erregerspektrum und zoonostische Aspekte, Tierärztl. Umschau, 55. (2000) 628–635.
- HANDELAND–GIBBONS–SKORPING 2000
Handeland, K. – Gibbons, L. M. – Skorping, A.: Experimental *Elaphostrongylus cervi* infection in sheep and goats. J. Comp. Path., 123. (2000) 248–257.
- KASSAI 1999
Kassai, T.: Veterinary helminthology. Butterwoth-Heinemann, Oxford, UK. (1999)
- KERNEY–CAMERON–JUNGBLUTH 1983
Kerney, M. P. – Cameron, R. A. D. – Jungbluth, J. H.: Die Landmollusken Nord und Mitteleuropas. Paul Parey, Hamburg–Berlin, 1983. 1–384.
- KRALKA–SAMUEL 1984
Kralka, R. A. – Samuel, W. M.: Emergence of larval *Protostrongylus boughtoni* (Nematoda: Metastrongyloidea) from a snail intermediate host and

- subsequent infection in the domestic rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). J. Parasitol, 70. (1984) 457–458.
- KRALKA–SAMUEL 1990
Kralka, R. A. – Samuel, W. M.: The lungworm *Protostrongylus boughtoni* (Nematoda, Metastrongyloidea) in gastropod intermediate hosts and the snowshoe hare, *Lepus americanus*. Can. J. Zool., Vol. 68. (1990) 2575–2576.
- KRUTSAY 1980
Krutsay M.: Szövettani technika. Budapest, 1980.
- KUTZ–HOBERG–NISHI–POLLEY 2002
Kutz, S. J. – Hoberg, E. P. – Nishi, J. – Polley, L.: Development of the muskox lungworm, *Umingmakstrongylus pallikuukensis* (Protostrongylidae), in gastropods in the Arctic. Can. J. Zool., 80. (2002) 1977–1985.
- KUTZ–HOBERG–POLLEY 2000
Kutz, S. J. – Hoberg, E. P. – Polley, L.: Emergence of larvae of *Umingmakstrongylus pallikuukensis* from three gastropod intermediate host species. J. Parasitol, 86/4. (2000) 743–749.
- KUTZER–FREY 1976
Kutzer, E. – Frey, H.: Die Parasiten der Feldhasen (*Lepus europaeus*) in Österreich. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr., 89. (1976) 480–483.
- NEMESÉRI–HOLLÓ 1972
Nemeséri L. – Holló F.: Állatorvosi parazitológia diagnosztika. Budapest, 1972.
- PELLÉRDY 1965
Pellérdy, L. P.: Coccidia and coccidiosis. Budapest, 1965. 323–370.
- ROSE 1957
Rose, J. H.: Observations on the larval stages of *Muellerius capillaris* within the intermediate hosts *Agriolimax agrestis* and *A. reticulatus*. J. Helminth., 31/1–2. (1957) 1–16.
- SAMSON–HOLMES 1985
Samson, J. – Holmes, J. C.: Modes of entry of first stage larvae of *Protostrongylus stilesi* and *P. rushi* (Nematoda: Metastrongyloidea) in the snail intermediate host *Vallonia pulchella*. Can. J. Zool., Vol. 63. (1985) 2481–2482.
- SAUERLÄNDER 1979
Sauerländer, R.: *Cepaea nemoralis* (Helicidae, Stylommatophora) als experimenteller Zwischenwirt für *Muellerius capillaris* (Protostrongylidae, Nematoda). Zeitschr. Parasitenkd., 59. (1979) 53–66.
- SKRJABIN 1952
Skrjabin, K. I.: Opredelitej Paraziticeszkih Nematod. Vol. II. (1952) 432.
- SOULSBY 1982
Soulsby, E. J. L.: Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals. Baillière Tindall, London, 1982. 272–276.

YAMAGUTI 1961

Yamaguti, S.: Systema Helminthum III. The Nematodes of Vertebrates I. Interscience Publ. Inc., N.Y. 1961. 492–513.

ZDÁRSKÁ 1960

Zdárská, Z.: Larválni stadia cizopsnych cervu z nasich suchozemských plzu. (A csehszlovákiai szárazföldi csigákban előforduló parazitikus féreglárvák.) Ceskoslovenská parasitologie, 7. (1960) 355–379.

Intermediate hosts of lungworms of lagomorphs and the way of infection in definitive host

- Erzsébet Csohai – Gábor Majoros -

Resume

Parasitic protostrongylid lungworms which cause nodular pneumonia in mammals occur in obligate herbivorous host such as rabbits and hares in spite of their need for terrestrial snails as intermediate hosts for their development. Only few research have been done on the lungworm diseases of hares so far and most of them dealing with the developmental stages of the parasite and the pathological effects caused by the worms. The life cycle of several protostrongylid lungworm species has been clarified with help of artificial infections of definitive and intermediate host, but some details of the mode and route of the infection of final hosts is still disputed. Researchers disagree over the question whether the infectious larval stage infects the definitive herbivore host while still enclosed in the body of the snail acting as intermediate host – or whether it leaves the snail and infects the vertebrate host as a free living form. Arguments, some supported by laboratory observations, were presented for both possibilities, but the process has not been studied under natural conditions. We have investigated the circumstances for the ingestion of larvae of lungworms in hares to reveal how they acquire their protostrongylid infection.

In an experiment with house rabbits and their lungworms, *Xerolenta obvia* snails were reported to be perfect hosts for larval development of protostrongyles of hares and rabbits. We proved that those snails are adequate intermediate host of protostrongyles of hares also in the natural circumstances but we were unable to feed house rabbits with such living snails when we had left the choice to the rabbits themselves. The size of *X. obvia* snails in (our) experiment had reached ten millimetres. We observed the snails with that size carrying fully developed larvae in their muscles but they might not have been consumed by the definitive host of worms. We could not observe the living protostrongylid larvae getting out of those

snails spontaneously. The larvae were unable to leave the body of dead snails too. Therefore We suppose that these snails are too big for consumption by hares or rabbits so they do not serve as infective intermediate host of lungworms but such snails are dead ends of these larvae.

We have found remnants of shells in faeces of wild hares in very small quantity. These shells were the remnants of minute species with a full grown size reaching some millimetres only. In those habitats where lungworm infected hares were living, there were much more minute snail species than big one, and the young specimens of the large sized species were also more numerous as the adults. Therefore specimens with small size appeared in overwhelming majority on these places. We could not find any minute species to be infected by lungworm larvae in nature, but we were able to infect them with *Protostrongylus* larvae artificially. We infected *Vallonia costata* and *Truncatellina cylindrica* snails (size 2 and 1 mm respectively) with *Protostrongylus* larvae collected from faeces of wild hares and we succeed to rear L3 (infective) larvae in them. Based on this experiment and the scarcity of shell remnants of minute snails in faeces of wild hares we suppose the hares or rabbits get their lungworm infection by consuming mainly minute snails rarely infected with larvae of those worms. That exceptional way of the infection may be the reason for infrequent severe lungworm infection in lagomorph populations.

The occurrence of lungworms in hares may be low in certain territories of Hungary as Békés, Jász-Nagykun-Szolnok, Heves, and Bács-Kiskun counties because we could find only two infected animals on (our) search investigating 308 lungs of hares from these places. We conclude from the low prevalence of lungworms in hares and the high frequency of different land snails in almost all habitats of hares that the infection may be a rare event for the definitive host, because many larvae avoid the possibility to get into them. Several snail species can be infected by protostrongyles but only the small specimens can transmit the infection to hares and rabbits.

Translated by Erzsébet Csobai – Gábor Majoros

*Majoros Gábor
Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar
Parazitológiai és Állattani tanszék
H-1078 Budapest, István u. 2.
E-mail: majoros.gabor@aotk.szie.hu*

*Csobai Erzsébet
Drug Safety Associate, Medical & Safety Services
ICON PLC Via Washington 70
20146 Milano, Italy
E-mail: csobai.erszsebet@gmail.com*

FÜGGELÉK

1. táblázat.

A Csíki-hegyek sziklagyepeiben, több helyen, randomizált módon gyűjtött talajmintában talált csigafajok

A csigafajok taxonómiai sorrendben	Adult példányaik átlagos nagysága mm-ben	Random talajmintákból gyűjtött példányszám
<i>Cochlicopa lubricella</i> (O. F. Müller, 1774)	4	8
<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac, 1807)	1,5	1114
<i>Pupilla triplicata</i> (S. Studer, 1820)	3	20
<i>Granaria frumentum</i> (Draparnaud, 1801)	7	34
<i>Acanthinula aculeata</i> (O. F. Müller, 1774)	1,5	4
<i>Vallonia costata</i> (O. F. Müller, 1774)	2	68
<i>Merdigera obscura</i> (O. F. Müller, 1774)	6	1
<i>Zebrina detrita</i> (O. F. Müller, 1774)	20	21
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud, 1801)	1,5	10
<i>Vitrina pellucida</i> (O. F. Müller, 1774)	4	11
<i>Aegopinella minor</i> (Stabile, 1864)	6	7
<i>Mediterranea inopinatus</i> (Uličný, 1887)	5	12
<i>Euconulus fulvus</i> (O. F. Müller, 1774)	2,5	43
<i>Xerolenta obvia</i> (Menke, 1828)	15	9
<i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud, 1801)	10	4
Összes példány		1366
Mérettartomány	1,5–20	

Magyarázat a táblázathoz:

A fenti táblázatban az egyes fajok esetében a gyűjtőhelyen élő populációra jellemző nagyságú adultok maximális méretei vannak feltüntetve. Természetesen még a nagyra növő csigák esetében is több juvenilis vagy nem teljesen fejlett példányt gyűjtöttünk, mint teljesen kifejlett példányt, ezért ha a „kisméretű” csigákhoz viszonyítjuk a „nagy méretű” csigák arányát, akkor még a fenti számoknál is szélsőségesebb arányt kapunk a kisebb méretet elérő csigák javára. Mivel azonban elvileg minden juvenilis egyed megnőhet az adult nagyságig, a fenti gyakoriságok csak annyit tükröznek, hogy a kisebb méretet elérő csigák adott helyen élő egyedszáma jóval magasabb a nagyobbra növekedő csigák számánál. Ha például a „kicsi” fajok méretét maximálisan 5 mm-nél húzzuk meg, akkor a táblázat alapján a „kis” fajok példányainak mennyisége majdnem 17-szerese a „nagy” fajok egyedszámának, de ha a legfeljebb 10 mm-t elérőket tekintjük a „kis” fajoknak, akkor ezek egyedszáma már 43-szorosa a „nagy” csigák egyedszámának. A tüdőférgelárvákkal való találkozás valószínűségét nézve tehát a létszámuk szerint a kicsi csigák vannak előnyben, tekintet nélkül arra, hogy juvenilisek vagy eleve csak kis testnagyságot érhetnek el. Ha viszont a nagytestű csigafajok juvenilis korban fertőződnek tüdőférgelárvákkal, még kifejlett korukban is élő állapotban hordozhatják azokat, vagyis a nagytestűek fiataljait nem célszerű beleszámítanunk a kicsik sokaságába. Mindamellett valószínűnek tűnik, hogy a nyulak könnyebben elfogyaszthatják a nagytestűek juvenilis egyedeit, mint adultjait.



1. kép.
A Csíki-hegyek sziklagyepén alkalmazott papírcsapda élő csigák gyűjtésére. A papírt *Zebrina* csigák rágták meg

2. kép.
Csigák és nyúlhulladék gyűjtése a Csíki-hegyek sziklagyepén, ahol fertőzött mezei nyulak éltek



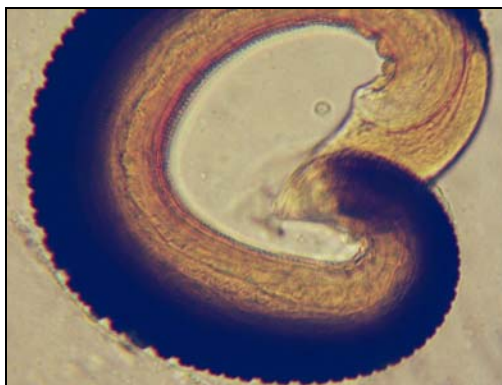
3. kép.
A házinyúllal megetetett, csigahéjtörmelék és jelzőfestéket tartalmazó pogácsa a héjak kimutathatóságának vizsgálatára



4. kép.
Protostrongylus-lárvák a Kiskunfélegyházán gyűjtött *X. obvia* csiga talpában (természetes fertőződés)

A nyulak tüdőférgének köztigazdái és a végleges gazda fertőződésének módja

5. kép.
Teljesen érett, harmadik
stádiumú *Protostrongylus*-lárva
a Kiskunfélegyházán gyűjtött
X. obvia csiga talpában
(természetes fertőződés)



6. kép.
Sötétlilára festődött
Granaria frumentum
héjtöredék nyúlbélsárból
és e faj ép, identifikáció-
ként szolgáló fehér
héjának azonos részlete

7. kép.
Vallonia costata csigák.
Ez a faj fertőzhető volt
nyúlbélsárból származó
Protostrongylus-lárvákkal





8. kép.
Truncatellina cylindrica,
amely fertőzhető volt
nyúlbélsárból származó
Protostrongylus-lárvákkal



9. kép. Mezei nyúl bélsárból izolált
1. stádiumú *Protostrongylus*-lárva.
A farki vég hosszan elhegyesedő,
a test caudális része erősebben hajlott
az orális végnél



10. kép. Mezei nyúl bélsárból izolált
L1 *Protostrongylus*-lárvával fertőzött
X. obvia csiga talpában kialakult
korai L2 stádiumú lárva. A fark
tompá, a test egyenletesen görbült

11. kép. Mezei nyúl bélsárból
izolált 1. stádiumú
Protostrongylus-lárvával
fertőzött *X. obvia* csiga talpában
kialakult késői, levedlett burok
nélküli, 2. stádiumú lárva.
A bélcső sejtjei szemcsés
anyaggal teltek



A nyulak tüdőférgének köztigazdái és a végleges gazda fertőződésének módja

12. kép. Mezei nyúlból származó
3. stádiumú *Protostongylus*-lárva,
fertőzött *X. obvia* talpából.
Megjelenése azonos az 5. képen
látható, természetes fertőződéssel
létrejött L3 lárvával



13. kép. *P. tauricus* nőstény farki
vége. A provagina az anust nem éri el,
tőle disztálisan egy praeputiumszerű
kutikula kettőzet található a farkat
körülvölve



14. kép. *P. tauricus* nőstény farki vége
az oldalra kicsúcsosodó provaginával
és a kutikula kettőzettel



15. kép. *P. tauricus* nőstény
farki vége petékkal az
uterus terminális részében



16. kép. *P. tauricus* hím farki vége. Jól látható a két vastag spiculum és a gubernaculum. A bursa copulatrix rövidke bordái nem különülnek el élesen

17. kép. A *P. tauricus* szárnyas spiculuma disztálisan gömb alakú megvastagodásban végződik, a bordák elágazódnak, s a test végén elhajló, sugár-szerű elrendeződést mutatnak



18. kép. A *P. tauricus* gubernaculumának crurája közepén kissé meghajlik, s a végén sötét dudorokat, fogakat találunk