

Lungworm infection
(*dictyocaulosis*) in
ruminants

Literature review

Ács Zoltán*
Sugár László

Z. Ács*
L. Sugár

Kaposvári Egyetem, Agrár-
és Környezettudományi Kar
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

* e-mail: acs.zoltan@gmail.com

A kérődzők nagy tüdőférgessége (*dictyocaulosis*)

Irodalmi áttekintés

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők áttekintik a nagy tüdőférgesről eddig feltárt ismereteket irodalmi kutatások alapján: rendszertan, fejlődésmenet, a tüdőférgesség élettana, védekezési lehetőségek. A kérődzők és lófélék tüdőféreg (*Dictyocaulus* spp.) fertőzöttsége jól ismert probléma az állattenyésztők és vadgazdák számára szerte a világban. A háziállatok közt szórványosan kialakuló *dictyocaulosis*-járványok oktana nem teljesen tisztázott, egyesek szerint a vadon élő állatok szolgálnak rezervoárként e parazitáknak. A szarvasok (*Cervidae*) legfontosabb parazitájának ezeket a tüdőférgeseket tekintik, legalábbis vadaskerti tartás esetén. A *D. viviparus* elterjedt a mérséklet övi szarvasmarhákban, míg a *D. filaria* közönséges a juhokban és kecskéekben. Európában vadon élő kérődzőkben több *Dictyocaulus*-faj előfordulása bizonyítható (*D. capreolus*, *D. eckerti*, *D. filaria*, *D. viviparus*). Az egyes *Dictyocaulus*-fajok elkülönítése morfológiai jellegeik alapján bonyolult, ám a molekuláris módszerek jelentős segítséget nyújtanak e téren. A jelenleg használatos féreghajtó szerekkel szembeni rezisztencia széleskörűen elterjedt, és gyakori, ami alternatív védekezési módszerek keresését teszi szükségessé. A nagy tüdőférges gyógyszer-rezisztenciáját ugyan eddig még nem állapították meg, de ennek a veszélye is fennáll. A tüdőférgesről való ismereteink bővülésével lehetőség nyílik az életciklusuk gyenge pontjainak megtalálására és a védekezési módszerek fejlesztésére.

SUMMARY

The authors review the current knowledge about *Dictyocaulus* lungworms based on the scientific publications: their taxonomy, life history, physiology of *dictyocaulosis*, and management possibilities, as well. Lungworm (*Dictyocaulus* spp.) infection in ruminants and horse is a well known problem for livestock farmers and wildlife managers throughout the world. The reason of sporadic outbreaks of *dictyocaulosis* in domestic animals is not completely understood, but it has been suggested that wild animals may serve as reservoirs of the parasites. Lungworms are considered to be the most important parasites in deer (*Cervidae*). *D. viviparus* is widespread in cattle in temperate zone, while *D. filaria* is common in sheep and goats. There are evidences that a few *Dictyocaulus* species exist in wild ruminants in Europe (*D. capreolus*, *D. eckerti*, *D. filaria*, *D. viviparus*). It is often difficult to distinguish morphologically the closely related *Dictyocaulus* species, but molecular markers provide a powerful means to define them. Resistance to current anthelmintics is now widespread and commonplace, motivating the search for other control methods. The drug resistance in lungworms has not been established yet, however, it is possible. With increased knowledge about lungworms it is possible to find weak points in its lifecycle and hence to improve control methods.

A *Dictyocaulus* nembe tartozó nagy tüdőférgék közvetlen fejlődésű parazita fonálférgék, amelyek gyakran okoznak betegséget, az ún. tüdő-szörfégességet vagy dictyocaulosist a különböző kérődzőkben és lófélékben (2, 54).

A nagy tüdőférgék közül a *D. viviparus* szarvasmarhában és bivalyban, a *D. filaria* juhban és kecskében okozhat akár halálos fertőzést

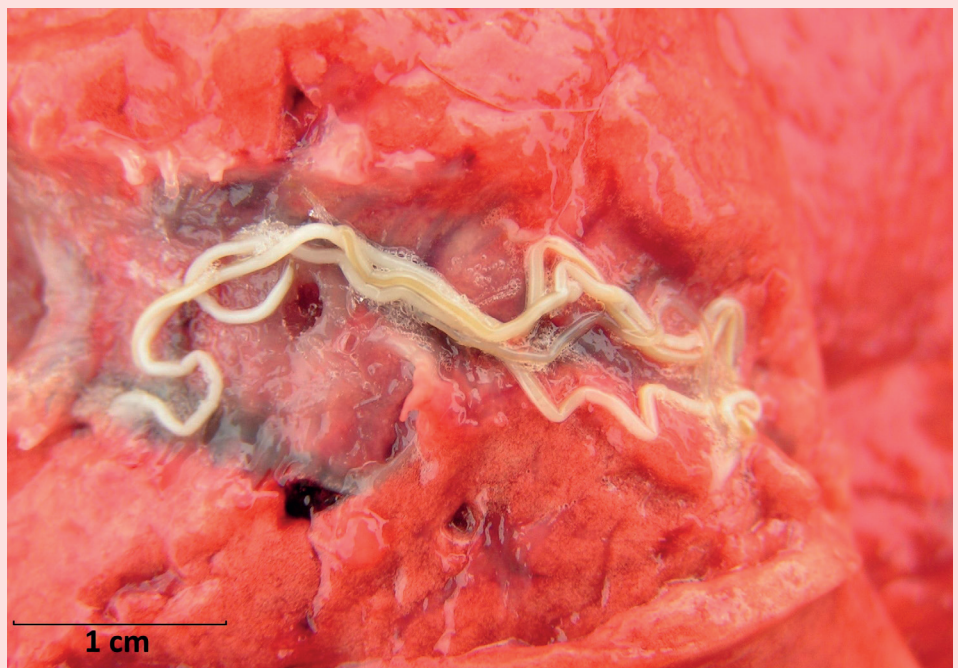
Az áttelepítések következtében minden kontinensen előfordulnak e tüdőférgék. Különösen a mérsékelt éghajlati övben gyakoriak, s ott is olyan földrajzi régiókban, ahol a nyár csapadékos. Vékony, cérnyszerű fonálférgék, hosszuk 3–8 cm közötti (1. ábra). Két fajuk különösen patogén: szarvasmarhában és bivalyban a *Dictyocaulus viviparus*, míg juhban és kecskében a *D. filaria* okoz gyakran halálos kimenetelű hörghurutot. Masszív tüdőféreg-fertőzöttség esetén a légcső és a hörgők üregét csaknem teljesen kitölthetik a férgek (akár 2000–8000 féreg/állat). A különböző méretű férgek véres-habos nyálkába vannak ágyazva (45). Az enyhe fertőzés hatását egy erős kondícióromlás gyakran felerősíti. A dictyocaulosis sok országban jelentős állat-egészségügyi probléma. Enyhébb fertőzés-kor növekedésbeli visszaesést, míg súlyosabb esetben a gazdaállat elhullását okozza. A gímszarvasfarmokon a *D. eckerti* a legfontosabb parazita, amely jelentős kárt okozhat (38). A járványok során keletkező kár nem csupán az elhulló állatok miatt következik be, hanem tetemes a megbetegedett állatok hús-, tej-, és gyapjútermelés kieséséből származó veszteség is a több hónapig elhúzódó gyógyulási időszak alatt (32, 55). Ahogy a gazdák elérik az egyéves kort, attól kezdve az átlagos féregszám lényegesen lecsökken. Ez részben a tavaszi/nyári eleji kedvező táplálékviszonyok következtében erősödő általános és specifikus ellenálló képességnek a következménye, de az életkorhoz kötött fogékonyság is szerepet játszik benne (46).

TAXONÓMIAI VONATKOZÁSOK

A *Dictyocaulus* nembe tartozó tüdőférgék a parazita fonálférgék (*Nematoda*) *Strongylida* rendjének *Trichostrongyloidea* család sorozatába tartozó *Dictyocaulidae*

1. ÁBRA. Nagy tüdőférgék a felnyitott hörgőben

FIGURE 1. Lungworms in the opened up bronchus lumen



**A különböző
Dictyocaulus-fajokat
nehéz egymástól
morfológiai jegyek
alapján elkülöníteni**

család tagjai. A *Dictyocaulus* tüdőférgék elterjedtsége és jelentős gazdasági vonatkozásai miatt ma is sok kutatás célpontjai. Ennek ellenére az idetartozó fajok egymástól való pontos elkülönítése nagyon nehéz. Egyes szerzők bizonyos morfológiai különbségeket leírtak a különböző *Dictyocaulus*-fajok tekintetében (18), mint pl. a szájníílás, a szájtók alakja, a szájtokon levő hosszanti bordák, a hím párzótasak jellemzői. Azonban ezek a küllemi különbségek gyakran változó-konyak és nem egyértelműek. A fajleírások nem adnak egyértelmű morfológiai karaktereket a fajok elkülönítéséhez (8, 17), ezért a *Dictyocaulus* férgékkel kapcsolatos irodalmi közlésekben gyakori a fajnevek körüli keveredés. A különböző szerzők egyszer ugyanazon névvel illetik a különböző fajokat, másszor egy fajt több fajnak vélnek. Ha a fajokat tévesen identifikáljuk, eltérő biológiai jellegzetességük miatt félrevezető lehet a paraziták elleni védekezési terv, aminek jelentős gazdasági következményei is lehetnek.

A tüdőférgék talán legfontosabb faji jellemzője, a gazdafajlagosságuk megítélése nem egyértelmű. A *D. viviparus*, *D. eckerti*, *D. filaria* férgek gazdaállatainak közléseire egyaránt találunk példát szarvasmarha, juh, kecske, gímszarvas és őz gazdák közül mind a hazai, mind a nemzetközi irodalmak alapján (18, 33, 45). Ha a hagyományos morfológiai karaktereken alapuló *Dictyocaulus* fajazonosításon alapuló közleményeket vesszük figyelembe, akkor igen tág és átfedő gazdakörrel jellemezhető az idetartozó fajok többsége. Ha viszont csupán a molekuláris (DNS) módszerekkel azonosított/elkülönített tüdőférgékkel foglalkozó irodalmat nézzük, akkor igen szűk gazdakörű *Dictyocaulus*-fajokat találunk (22). A molekuláris módszereket alkalmazó munkákban a vizsgált férgék/féreg-csoportokat általában kódokkal jelölik, mivel az érvényes leírásuk szerinti faji hovatartozásuk bizonytalan. Így viszont egyre szaporodik a kódokkal jelölt tüdőféreg „fajok/törzsek” száma, amelyeket általában DNS-szekvenciákkal jellemeznek (49). A homológ szekvenciákkal jellemzett férgek már objektíven összevethetőek, míg a morfológiai faji azonosításuk a nem megbízható határozókulcsok miatt jelentős bizonytalansággal terhelt (8, 18). A tüdőférgék jelenleg ismert DNS-szekvenciái több rejtett faj létezését bizonyítják, amelyeknek a gazdaköre lényegesen eltér attól a gazdakörtől, amit a morfológiailag határozott tüdőférgékről szóló munkák alapján véltünk (5, 23).

**A legfrissebb molekuláris
vizsgálatokkal alátá-
masztott rendszertani
besorolás 7 Dictyocaulus-
fajt különít el**

A jelenlegi taxonómiai felfogás szerint, amely a molekuláris vizsgálatokkal alátámasztott eredményekre támaszkodik, 7 *Dictyocaulus*-fajt különítenek el (17, 18). Mindegyikre jellemző a specifikus gazdaállatkör:

1. *Dictyocaulus viviparus* (BLOCH, 1782) RAILLET & HENRY, 1907: szarvasmarha, bivaly, bölény;
2. *Dictyocaulus eckerti* SKRJABIN, 1931: gím-, dám-, jávorszarvas;
3. *Dictyocaulus capreolus* GIBBONS & HÖGLUND, 2002: őz, jávorszarvas, zerge;
4. *Dictyocaulus filaria* (RUDOLPHI, 1809) RAILLET & HENRY, 1907: juh, kecske;
5. *Dictyocaulus arnfieldi* (COBBOLD, 1884) RAILLET & HENRY, 1907: szamár, ló;
6. *Dictyocaulus africanus* GIBBONS & KHALIL, 1988: afrikai antilopok;
7. *Dictyocaulus cameli* BOEV, 1951: tevéfélék.

Az említett nagy tüdőférgéken kívül leírtak még egyéb *Dictyocaulus*-fajokat is, de ezek a nevek vagy a fenti *Dictyocaulus*-fajok szinonim nevei, vagy a leírásuk elégtelen a többi fajtól való megkülönböztetéshez. Az európai szarvasfélék tüdőférgéként leírt *D. noeneri* RAILLET & HENRY, 1907 morfológiai leírása nem elegendő más fajoktól való elkülönítéshez (18). Sem pontos gyűjtőhelyet, sem típuspéldányt nem jelöltek meg a szerzők, ezért e fajnevet alkalmazhatatlannak tekintették (17, 42). A *D. hadweni* CHAPIN, 1925 előfordulását amerikai bölényből és jávorszarvasból jelezték. Azonban molekuláris vizsgálatok a bölény tüdőférgét *D. viviparus*-nak azonosították (50), a jávorszarvasban élő férgéket *D. capreolus* és *D. eckerti* fajoknak (22, 23). A *D. murmanensis* POLJANSKAJA & TSCHERTKOWA, 1964

A haszonállatok fonalférgeinek genetikai jellemzőin alapuló pontos azonosítása alapvető fontosságú az ellenük való hatékony védekezéshez

férget rénszarvasból írták le. Viszont rénszarvasban a *D. eckerti* faj előfordulását bizonyították DNS-elemzésekkel (22). A *D. sibiricus* ORLOFF, 1934 és *D. unequalis* BHALEARO, 1932 fajneveket háziállatok tüdőférgéről írták le. E fajnevekkel illetett férgek biológiai faji különültsége kérdéses. További kutatások, részletes biológiai jellegeik megismerése és molekuláris vizsgálatok szükségesek e fajnevek valódiságának alátámasztásához.

Véleményünk szerint a haszonállataink parazita fonalférgeinek genetikai jellemzőin alapuló pontos azonosításuk alapvető fontosságú az ellenük való hatékony védekezéshez. Jelenleg még csak a gazdaságilag jelentős kérődzőkben és lófélékben élő tüdőférgéről vannak genetikai ismereteink, s azok is csak kevés földrajzi régióból. A *Dictyocaulus* férgek valódi diverzitásának, gazdakörének megismeréséhez több földrajzi régióból és egyéb potenciális gazdaállatokból (lófélék és kérődzők együtt kb. 200 faj) származó tüdőférgesek homológ DNS-szekvenciáinak összehasonlítása lenne kívánatos. A jövőben várhatóan számos új ismerettel szolgálhatnak a tüdőférgesek molekuláris vizsgálatai, amelyek hozzájárulnak a fajok, populációk elkülönítésén keresztül a dictyocaulosis-járványok jobb megértéséhez, kezeléséhez és megelőzéséhez.

A NAGY TÜDŐFÉRGEK GAZDAÁLLATAI

A jelenleg ismert *Dictyocaulus* férgek gazdaállatai rendszertanilag a párosujjú patások (*Artiodactyla*) és a lófélék (*Equidae*). *Dictyocaulus*-fertőzöttséget a föld számos országából jeleztek. Jelentős állat-egészségügyi problémát a mérsékelt égövi országokban okoz, különösen szarvasmarha- és juhállományokban (7, 36) míg lófélékben kisebb jelentőségű (33).

A *Dictyocaulus* tüdőférgesekkel foglalkozó szakirodalmi közlések túlnyomó hányada a szarvasmarha tüdőférgével foglalkozik, így e faj és gazdájának kapcsolatáról van a legtöbb ismeretünk. Hazánkban KOTLÁN SÁNDOR, HOLLÓ FERENC és KASSAI TIBOR kutatta a háziállatok, így a szarvasmarha, a juh és a kecske tüdőférgességét. A hazai és külföldi szakirodalom egységes megítélésű annak tekintetében, hogy a dictyocaulosis kialakulását elősegíti az esős, párás nyári-őszi időjárás. KASSAI munkái alapján azonban a szarvasmarha dictyocaulosis járványok egyaránt kialakultak a párásabb középhegységi és az alföldi állományokban is. A korábbi években Magyarországon a növendékmarha-állományokban gyakran okozott elhullást a nagy tüdőféreg okozta fertőzöttség (34). A világ minden területéről jelezték a dictyocaulosis előfordulását, ahol szarvasmarhát tenyésztenek, azonban csak a csapadékos nyugati és észak-európai országokban kutatták intenzíven. A fertőzésnek különösen ott van jelentősége, ahol ökotermelésben tartják a szarvasmarhát, mivel ilyen esetben a parazita férgek ellen nem használhatnak szintetikus anthelmintikumokat. Svédországban intenzíven kutatják a dictyocaulosis körülményeit, oktatát, epidemiológiáját és kezelését. A svédországi szarvasmarha-ökofarmok 80%-ában előfordul a nagy tüdőféreg. Az ökotermelésű szarvasmarhatelepeken a dictyocaulosis járvány gyakran 20%-os elhullást okoz az állatállományokban (24).

Figyelemre méltó KASSAI korábbi felmérése, miszerint a magyarországi juhok mintegy 35–50%-a fertőzött nagy tüdőférgessel (31). Észak-Afrikában hasonló, 40–50%-os *Dictyocaulus* prevalenciát állapítottak meg kecskében (2).

Egyéb tülkösszarvú gazdaállatokból ugyancsak jelezték a nagy tüdőférgesek előfordulását: vízibivaly (*Bubalus bubalis*), nyala (*Tragelaphus angasi*), nagy kudu (*Tragelaphus strepsiceros*), vörös bóbitásantilop (*Cephalophus natalensis*), pusztai bóbitásantilop (*Sylvicapra grimmia*), pézsmatulok (*Ovibos moschatus*), zerge (*Rupicapra rupicapra*), argali juh (*Ovis ammon*), muflon (*Ovis musimon*), kanadai vadjuh (*Ovis canadensis*), urial (*Ovis vignei*), nagy nádiantilop (*Redunca arundinum*),

Leginkább az ökotermelésben tartott szarvasmarhákban okoz gondot a nagy tüdőférgesség

impala (*Aepyceros melampus*), zambézi mocsárantilop (*Kobus leche*), közönséges lantszarvúantilop (*Damaliscus lunatus*), vörös tehéantilop (*Alcelaphus buselaphus*) és csíkos gnú (*Connochaetes taurinus*) (7, 11, 18, 22, 33, 51). Észak-amerikai és európai bölényekben (*Bison bison*, *B. bonasus*) szintén megfigyeltek nagy tüdőférgeket, amelyek gyakran okoznak elhullást a nyár végi-őszii időszakban. A masszívan fertőzött bölények szívverése gyors, légzésük szapora, lázas állapotúak. E klinikai jelek többnyire észrevétlenek maradnak, és csak az elhullott tetemek boncolása során derül ki a tüdőférges jelenléte (10).

A *Dictyocaulus*-fertőzések általánosan elterjedtek az Európában, Ázsiában, Észak-Amerikában élő szarvasfélékben (*Cervidae*). A fertőzéseknek többnyire nincs kóros hatásuk a szabadon élő szarvasokon, vélhetően a szabad területen végbemenő biológiai szabályozó folyamatoknak köszönhetően (1). A különböző stresszhatásoknak kitett vagy egyéb okból gyenge immunrendszerű szarvasokban a nagy tüdőférgesek azonban kóros hatása is kialakulhat, különösen intenzív körülmények közt tartott szarvasoknál (13). A vadaskerti szarvasbikák fertőződését elősegíti az ún. „kerítés-stressz” és a téli kondícióromlás (44, 47). Egy hazai szarvastelep borjainál az elválasztás és a hirtelen környezetváltozás volt ez a hajlamosító tényező, s ehhez társult a *Dictyocaulus*-lárvákkal való alapimmunitás hiánya (a kitelepítés előtt féregmentes környezetben éltek). A hazai gímszarvasok (*Cervus elaphus*) többsége átesik a *Dictyocaulus*-fertőzésen (prevalencia 70%) (47). A magyarországi őzekben (*Capreolus capreolus*) 8–13% a tüdőféreg-fertőzöttség prevalenciája. Súlyosabb fertőzöttség csak gidakorban fordul elő. A kifejlett őzekben enyhébb a fertőzöttség, csak a bizonyos okok miatt legyengült egyedekben, köztük az őregekben tapasztalható ismét nagyobb arányban (45, 46).

A *D. arnfieldi* tüdőféregnek a szamár az elsődleges gazdája, de lóban is előfordul (4). Tevékből (*Camelus bactrianus*, *C. dromedarius*), továbbá több afrikai antilopféléből is ismert nagy tüdőféreg, azonban kevés ismeretünk van e paraziták faji elkülönítéséről, fejlődésmenetéről (18).

FERTŐZÉSI KÍSÉRLETEK

Gazdasági vonatkozásai miatt a szarvasmarhák nagy tüdőférgességét tanulmányozták a legbehatóbban. A szarvasmarhák dictyocaulosisának ingadozó intenzitása és prevalenciája kiszámíthatatlan eloszlású, mert a fertőzések véletlenszerűen jelentkeznek. Ennek az oki háttere még nem tisztázott. Egy lehetséges okának vélték, hogy a vadon élő szarvasoktól kapják a lárvafertőzéseket. Különösen ott lehet jelentős a keresztfertőződés, ahol közös legelőt használnak a házi és vadon élő patás állatok (3, 6).

Átviteli kísérleteket végeztek annak eldöntésére, hogy a vadon élő szarvasokban élő tüdőférgesek okozhatják-e a szarvasmarhák dictyocaulosis megbetegedését. Németországban kísérleti körülmények közt sikerült dámból (*Dama dama*) tüdőférgeseket átvinni szarvasmarhaborjakba, és fordítva is (3). Eszerint a jelenleg elkülönített fajok életképesek különböző gazdaállatokban is. A lárvaurítás mértéke azonban szignifikánsan különbözőnek bizonyult a két gazdafajban. A szarvasmarha tüdőférgével fertőzött szarvasmarhák és dámok nagy mennyiségű lárvát ürítettek, mindkét gazdafajban jól szaporodott a parazita. Viszont a dámból származó tüdőféreggel fertőzött szarvasmarhák lárvaurítása elhanyagolható volt. Eszerint a dám tüdőférgének a szarvasmarha nem a megfelelő gazdája, ez a faj vélhetően a szarvasokhoz adaptálódott. Juhból származó *Dictyocaulus filaria* (11) és gímszarvasból származó nagy tüdőférgesekkel (6) is sikeresen fertőztek szarvasmarhákat. Egyes kutatók feltételezik, hogy a szarvasmarhában élő *D. viviparus* faj szinonim a szarvasfélék egyik tüdőférgével (*D. eckerti*).

A Dictyocaulus-fertőzések általánosan elterjedtek az Európában, Ázsiában, Észak-Amerikában élő szarvasfélékben

Hazánkban a gímszarvasok esetében 70%, míg őzekben 8-13% a tüdőféreg-fertőzöttség prevalenciája

A szarvasmarha tüdőférgét dámszarvasok is nagy mennyiségben ürítik, viszont a dámból származó tüdőféreggel fertőzött szarvasmarhák lárvaurítése elhanyagolható

Genetikai vizsgálatokkal bizonyították, hogy a szarvasmarhának és a szarvasféléknek különböző tüdőférgesek vannak

Annak eldöntésére, hogy a vadon élő szarvasok vajon rezervoárjai-e a szarvasmarhák tüdőférgének, ellentmondó átviteli eredményeket közöltek. A szakemberek egy része ma is fertőzésterjesztőknek tekinti a vadon élő szarvasféléket. Svédországi és új-zélandi genetikai vizsgálatok azonban egyértelműen bizonyították, hogy a szarvasmarhának és szarvasféléknek különböző tüdőférgesek vannak: szarvasmarha tüdőférges a *D. viviparus*, míg a gím-, és dámszarvas tüdőférges a *D. eckerti* (15, 22), azaz a vadon élő szarvasok nem rezervoárjai a szarvasmarha tüdőférgének.

Németországban az őz tüdőférgesével való fertőződést állapítottak meg szarvasmarhában és viszont, azaz szarvasmarha tüdőférgesével kísérletesen fertőzték az őzeket (35). Viszont svédországi kísérletekben szarvasmarhákat sikertelenül fertőzték őz tüdőféreglárvákkal. Ugyanakkor az így kezelt állatokban provokált immunitás alakult ki a saját *D. viviparus* tüdőférgesével szemben, ami a gazdaidegen fajokkal való vakcinázási lehetőségekre irányítja a figyelmet (9).

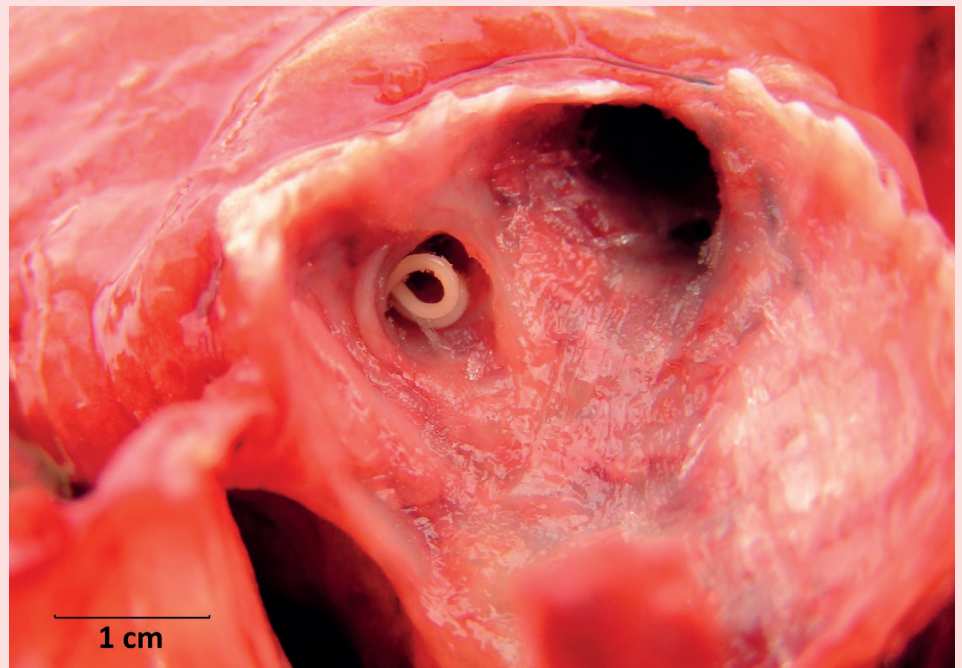
A parazita férges valódi gazdafajainak a megállapításához elvégzett mesterséges körülmények közti sikeres keresztfertőzések azonban nem bizonyítják azt, hogy a természetes/valóságos körülmények közt is végbemennek, ill. milyen mértékű a keresztfertőződés. A keresztfertőzéseknek, ill. a parazita-gazdafaj viszony részletes megismeréséhez az egyes *Dictyocaulus* fajok/populációk kétséget kizáró azonosítása, és nagyobb egyedszámú vizsgálatok szükségesek a keresztfertőzésre esélyes területeken. Az átviteli kísérletekből következik egy potenciális vakcinázási lehetőség, hogy az adott állatfajt egy másik gazdafaj tüdőférgesével lárváival serkenthetjük specifikus immunválaszra.

FEJLŐDÉSMENET

A *Dictyocaulus viviparus* életsiklusát ismerjük a legjobban a nagy tüdőférgesek közül, de a többi kérődző tüdőférgesénél is hasonló fejlődésmenet jellemzőket találtak. A szarvasmarhában élő kifejlett *D. viviparus* tüdőférgesek többnyire a hörgőkben és légcsőben fordulnak elő (1. és 2. ábra). A nőstények már teljesen

2. ÁBRA. *D. eckerti* férges egy gímszarvas hörgőjében

FIGURE 2. *D. eckerti* worm in the bronchus of a red deer



A légcsőben, hörgőkben élő *D. viviparus* nőténnyek embrionált, gyorsan kikelő petéket ürítenek, amelyeket az állat lenyelve bélsárral ürít

A harmadik stádiumú lárvákat legeléssel veszi fel a gazdaállat, amelyek a bélfalon áthatolva a nyirok és vérárammal jutnak a tüdőbe

A tüdőben súlyos eosinophil granulocytás gyulladást okozhatnak az alveolusok falán áthatoló majd a hörgőcskékben vándorló lárvák, valamint a kifejlett férgek

embrionált petéket ürítenek, amelyekből szinte azonnal kibújnak az első stádiumú lárvák (7). A kis lárvákat felköhögi, majd lenyeli az állat. A gyomor-béltraktuson végigjutva kerülnek ki az ürülékkel a külső környezetbe. Így a frissen hullatott ürülékben található, első stádiumú lárvák jelenléte mutatja a tüdőféreg-fertőzést. A lárvák a külvilágon nem táplálkoznak. A két vedlést követő harmadik lárvállapotig az ürülékben maradnak. A petéből való kibújáskor már elegendő szikanyagot tartalmaznak, hogy elérjék ezt a külvilágon élő, utolsó lárvállapotot. Hasonlóan más *Trichostrongyloidea* lárvákhoz, a *D. viviparus* lárvái is alig mozognak. Megfigyelésekből következően a szarvasmarha tüdőférges más élőlény segítségét is felhasználhatja annak érdekében, hogy a szabadba kijutott lárvák az ürülékcupacból szétterjedjenek a környező növényzetre. Egyes szerzők leírása alapján a lárvák felmásznak a trágyakupacokon közönségesen előforduló *Pilobolus* gombák sporangiumára (30), míg mások szerint a lárvák befújják magukat a gombákba (43). A kifejlődött sporangiumok a sporangiumtartó megnövekedett turgornyomásától ellökődnek, hogy a spórákat szétszórják a környező területekre, ezáltal a tüdőféreglárvákat is szétrepítik 1–3 méterre (19). A *D. filaria* fertőzőképes lárvái viszont mozgékonyak, és ezért a trágyakupacból maguk másznak fel a közeli növényekre.

A gazdaállat a legelés közben a növényekkel együtt elfogyasztja a fertőzőképes harmadik stádiumú lárvákat is, amelyek a vékonybél falán áthatolva a bélfal nyirokcsomóiba jutnak. Átvedlenek negyedik stádiumú lárvákká, majd a nyirok- és vérárammal jutnak el a tüdőbe. Ott átfújják magukat a tüdőkapillárisok falán, és az alveolusokba kerülnek. A tüdőben történik az utolsó vedlés, majd a kifejlett férgek felmásznak a hörgőcskébe, hörgőkbe. Kifejlett féreggá 3–4 hét alatt válnak.

A DICTYOCAULOSIS PATOLÓGIÁJA

A tüdőben súlyos elváltozásokat okozhatnak az alveolusok falán áthatoló majd a hörgőcskékben vándorló lárvák, valamint a kifejlett férgek. A hatásukra először gyulladós válaszreakció alakul ki. A hörgőcskéké légútjait eldugíthatják a gyulladáskor odajutó eosinophil, neutrophil granulocyták és macrophagok (14). Ha elég sok sejt gyűlik össze, annyira akadályozhatják a levegő útját, hogy a sejtgülemtől distalisan eső alveolusok összeesnek, mert a bennük rekedt levegő felszívódik a vérbe és a friss levegő már nem jut át az eosinophil dugón. A tüdőféreg számának növekedésével egyre több ilyen elváltozás alakulhat ki, ami súlyos esetben tüdőlégtelenséghez, majd a gazdaállat elhullásához vezethet. Enyhébb fertőzés esetén a néhány adult féreg az erős immunválasz hatására kikerülhet a tüdőből. Súlyosabb fertőzés esetén több hónapig is eltarthat a gyógyulás, ráadásul másodlagos baktériumos tüdőgyulladás is kialakulhat. A fertőződés után az alveolusok háma proliferálódik, s ennek következtében a vékony, egyrétegű, permeábilis epithelium réteg helyett vastagabb, több sejtsoros hámréteg alakul ki. Ez kevésbé átjárható az oxigén és szén-dioxid számára, ami légzési nehézséget okoz.

Az első éves állatok a leginkább kitettek a tüdőféreg-fertőzéseknek, mivel nekik még nincs korábbi fertőzéssel kialakult specifikus immunválaszuk (20). Különösen nyár végén, ősszel fertőződnek nagyobb számban. A dictyocaulosis-fertőzések különösen gyakoriak ÉNy-Európában, ahol enyhe és csapadékos a nyár. Észak-Amerikában sokkal ritkábbnak vélik a tüdőférgességet. Ennek egyik lehetséges oka, hogy a tüdőféreg által okozott bronchitist gyakran vírusos vagy baktériumos eredetűnek gondolják. Enyhébb telű területeken a fertőzőképes lárvák áttelelhetnek a legelőn, ill. a kifejlett férgek a felnőtt gazdaállatokban telelnek át. Ezek jelentik a rezervoárt a következő évi fertőzésekhez. A gazdaállaton kívül áttelelt lárvák számát csak Angliában és Belgiumban találták nagyra,

szemben az egyéb európai országokkal (Dánia, Ausztria, Svájc) (13). Kérődzők tüdejében gyakori a hipobiotikus állapotban áttelelő tüdőféreg. Megfigyelték, hogy száraz, meleg időben a fertőzőképes lárvák lehúzódnak a talajba, mert ott hűvösebb, párásabb a környezet, majd a fertőzésre alkalmas, esős időjárás-kor ismét a felszínre másznak. A *Dictyocaulus*ok életképességét mutatja, hogy folyékony nitrogénben tárolva több mint 10 év múlva is találtak még fertőzőképes lárvákat (56).

A DICTYOCAULOSIS TÜNETEI, DIAGNÓZISA

A kérődzők dictyocaulosisának klinikai tünetei: étvágytalanság, testtömegcsökkenés, szapora légzés, szarvasmarháknál köhögés, gyors szívverés, lázas állapot, amit elhullások követnek. A tünetek és a legeltetési viszonyok valószínűsíthetik a tüdőférgességet az állattartók számára. Szarvasok esetében nincs ilyen egyértelmű tünet, mert az állatok csak ritkán köhögnek. A tüdőférgességgel érintett állatállományokban a betegség tünetei egyenként nagymértékben változóak lehetnek, ami egyrészt függ az egyedi kondíciótól, másrészt a tüdőférgességgel szembeni rezisztencia genetikai okát valószínűsíti. Olyan tüdőféreg-populációt is kimutattak, amely folyamatosan jelen volt egy adott szarvasmarhatelepen több éven át, de sohasem okozott megbetegedést. Ez a megfigyelés a *Dictyocaulus*ok kórokozó képességének változékonyságát bizonyítja, vélhetően genetikai okokból eredően (41).

Elhullott állatokban a tüdő légútjaiban levő férgeket szabad szemmel is könnyen felismerhetjük, míg élő állatból a tüdőférgeseket a bélsárban levő lárvák jelenlétével lehet kimutatni. A bélsárral ürülő, első stádiumú *Dictyocaulus*-lárvák jól elkülöníthetők más parazita férgek lárváitól mikroszkóp alatt (33). A bélsárból kimutatott lárvák azonban csak a tüdőben levő ivarérett nőstény tüdőféreg jelenlétét jelzik, a fertőzés kezdetén jelen levő, juvenilis alakokat nem. Ezért ELISA diagnosztikai tesztekkel dolgoztak ki Hollandiában és Németországban a dictyocaulosis kimutatására, mivel a lárvaürítés alapján viszonylag későn, esetleg csak a 4–7. héten mutatható ki a fertőzöttség. Azonban az ELISA-teszt sem tudja kimutatni a fertőzöttséget az első 3 héten, és a férgek kiürülése után is néhány hónap eltelik, amíg negatív lesz a teszt eredménye (39). A jelenleg alkalmazott ELISA-tesztek a már kifejlett tüdőféreg jelenlétét mutatják ki. A masszív friss fertőződés is súlyos betegséget okozhat, amikor pedig még nincs kifejlett tüdőféreg a gazdaállatban. Így célszerű lenne, ha a fertőzőképes, harmadik stádiumú lárva antigénjeire fejlesztenének ki tesztet, amely a korai fertőződést jelezné.

Ahogy említettük, a tüdőféreg-fertőződés kezdeti stádiumában gyulladós válaszreakció alakul ki. Az interleukin-1 és interleukin-6 citokinek stimulálják a hepatocytákat az akut fázis proteinek termelésére. Szarvasmarhában a tüdőférgesség okozta gyulladós válaszreakcióban a heptaglobin, a szérum amiloid A és a fibrinogén vérben mérhető koncentrációja megnő. Ezeknek a proteineknek a koncentrációja vírusos és bakteriális eredetű tüdőbetegség során is hasonlóképpen magas. Azonban ha magas koncentrációban mérhetők az eosinophil granulocytákkal együtt, az specifikusnak tekinthető a nagy tüdőféreg okozta fertőzöttséget illetően (14).

VÉDEKEZÉSI LEHETŐSÉGEK A DICTYOCAULOSIS ELLEN

A világ legtöbb országában, így Magyarországon is, gyógyszeres kezelésekkel védekeznek a parazita férgek, így a tüdőféreg ellen is. A benzimidazolok közé

A kérődzők dictyocaulosisának klinikai tünetei:

- **étvágytalanság**
- **testtömegcsökkenés**
- **szapora légzés**
- **szarvasmarháknál köhögés**
- **gyors szívverés**
- **lázás állapot**
- **esetenként elhullás**

Boncolás során a légutakban láthatóak a férgek, míg élő állatban bélsárvizsgálatokkal vagy ELISA-módszerrel mutatható ki a fertőzöttség

Az albendazol, ill. a moxidectin és az ivermectin jó hatékonyságú a fertőzés ellen

tartozó albendazol és az avermektinek közé tartozó moxidectin és ivermectin tartalmú készítményekkel való kezelések jó hatékonyságúak a tüdőférges ellen (45, 48). Az első éves fiatal állatok nagyrészt anthelmintikus kezelést kapnak a féregfertőzések ellen. Az ilyen kezelések azonban erősen csökkentik a tüdőférgesekkel szembeni specifikus immunválasz kifejlődését. Az anthelmintikumokkal kezelt másod- és harmadéves szarvasmarhák testtömeg-gyarapodásukban elmaradnak a nem kezelt, hasonló lárva fertőzöttséget kapott állatoktól (37). Az anthelmintikumoknak az immunrendszerre kifejtett negatív hatásmechanizmusa kevésbé ismert. Fontos megjegyezni, hogy az ivermectin negatív mellékhatásként elpusztítja a trágyában levő féreglárvák ragadozóit (a ganéjtúró bogarakat), valamint a trágyalegyeket is. Ezáltal az ivermectines kezelések ellenére, a természetes ellenségek hiányában, a legelőn mégsem csökken a féreglárvák száma, és nem bomlik le a trágya (12). A fogyasztói társadalom egyre inkább a kemikáliáktól mentes élelmiszereket helyezi előtérbe, ami a vakcinák elterjedését teszi valószínűvé a jövőben.

Az 1970-es évektől egyre szélesebb körben alkalmaztak szintetikus anthelmintikumokat, amelyek hosszabb ideig hatnak és szélesebb spektrumúak. Akkor azt gondolták, hogy hamarosan a múlté lesz a tüdő-szűrőférgesség az állattenyésztő telepeken. Azonban az 1990-es évektől egyre nagyobb mértékű dictyocaulosis-járványok alakultak ki a szarvasmarhatelepeken, elsősorban Nyugat-Európában (7). A járványok másik lehetséges oka, hogy a férgek a több évtizede használt anthelmintikumok ellen rezisztenssé váltak. Így a régebben jól bevált szerek mára gyakran hatástalanok a féregfertőzések ellen. A széles spektrumú anthelmintikumok elleni rezisztenciát már az 1990-es évektől detektálták, elsősorban a juh és kecske bélférgei esetében (28, 40). Az anthelmintikumokkal szembeni rezisztencia világszintű elterjedtsége miatt a széles hatásspektrumú féreghajtók megbízhatósága kérdésessé vált (40). Minél nagyobb arányú e szerek felhasználása, annál gyorsabban terjedhetnek el a rezisztens féregtörzsek. Ennek fényében egyéb parazitaellenes módszerek használata is indokolt, különösen a bio- vagy ökotermelésben. A nagy tüdőférges gyógyszer-rezisztenciáját ugyan eddig még nem állapították meg, de ennek a veszélye is fennáll.

Az anthelmintikumokkal szembeni rezisztencia világszintű elterjedtsége miatt a széles hatásspektrumú féreghajtók megbízhatósága kérdésessé vált

Számos kutatómunka folyt annak érdekében, hogy parazita férgek elleni vakcinát állítsanak elő. E próbálkozások közül csupán néhány lett sikeres, mint például a sugárzással elölt lárvákat tartalmazó vakcinák a *D. viviparus* és a *D. filaria* ellen (16). Európában már az 1950-es évektől alkalmaztak szarvasmarhákban tüdőféreg elleni vakcinát, majd 1965-től az első, igazán hatásos vakcinát, a Dictolt. A vakcina besugárzással legyengített, harmadik stádiumú lárvákat tartalmaz (29, 41). Két hónapos kortól adják a borjaknak szájon át, két alkalommal, legalább 4 hetes időközzel. A besugárzott lárvákkal való vakcinázásnak több hátránya is van. A természetes fertőződés hiányában nem alakul ki a szarvasmarhákban élethosszig tartó immunitás. A vakcina instabil, ezért a külföldre való szállítása problémás, és évente kell újrakészíteni, ami fertőzött gazdaállatok fenntartását igényli. Az 1990-es évektől több kutatócsoport dolgozott egy stabil, élethosszig tartó védettséget adó, rekombináns vakcina kifejlesztéséért. Ebből a szempontból különösen Nagy-Britanniában vizsgálták a kifejlett férgek által szekretált, antigénként szóba jöhető enzimeket. Az acetilkolin-észteráz enzimmel, mint egy lehetséges vakcinajelölttel jó eredményeket értek el tengerimalacokban, de borjakban nem adott megfelelő védettséget. Más, férgek által szekretált enzimekkel (proteinázok, szuperoxid-dizmutáz) azóta is folynak kísérletek. A szarvasmarha tüdőférges elleni vakcinát új-zélandi gímszarvasokban is kipróbálták, de az hatástalannak bizonyult (29). Ennek minden bizonnyal az eltérő parazitafaj lehetett az oka, azaz a sugárzással gyengített *D. viviparus* lárvákkal való immunizálás hatástalan a gímszarvasok *D. eckerti* tüdőférges ellen. A szarvasmarha-tüdőférges (*D. viviparus*) genomjának intenzív kutatása elsősorban a rekombináns vakcinák

Kísérletek folynak vakcinák segítségével történő aktív immunitás kiváltására

kifejlesztésére irányul. Egy rekombináns vakcinával való védekezési módszer a célparazita pontos azonosítása esetén lenne effektíven használható, ami megkívánja a tüdőférges diverzitásának alaposabb feltérképezését.

Néhány fonálféregölő (nematofág) gombát már kipróbáltak biológiai védekezési ágensként a legelőkön levő parazita férgek ellen, de ezek egyrészt még nem elég hatékonyak, másrészt ma még költségesek a gyakorlat számára (36). A fonálféreg-pusztító gombákat a legelőkről izolálják, mesterséges körülmények közt felszaporítják, majd spóráikat vízzel szétpermetezve juttatják ki a legelőre. A nematofág gombák alkalmazásának negatívuma, hogy nem elég hatásosak, továbbá nem szelektívek, vagyis az egyébként hasznos talajlakó fonálférgeket is elpusztítják.

Az anthelmintikumok használatának csökkentése (esetleg elhagyása) érhető el módszeres legeltetéssel (28, 40): egyes legelők pihentetése, majd későbbi hasznosítása, gyakori legelőváltás, legeltetés-kaszálás váltakozása, az állatsűrűség csökkentése, a legelőn tartózkodó állatfajok rendszeres cseréje (pl. egymást követően juh, ló, szarvasmarha).

A növényevő állatok számára az elfogyasztott növények a tápanyag-tartalmukon felül olyan egyéb anyagcseretermékeket is tartalmaznak, amelyek javíthatják a gazdaállat egészségi állapotát. A különböző növényfajok gyógyhatásának megfigyelése jórészt a hagyományos állattartók gyakorlati tapasztalatain alapulnak, akik régóta bizonyos (gyógy)növényeket etettek a férgekkel fertőzött állatokkal terápiás és/vagy preventív célból (52, 53). VINCZEFFY az alábbi hazai növényeket nevezi meg, amelyeknek féreghajtó hatása van: közönséges bábakalács (*Carlina vulgaris*), gilisztaűző varádics (*Chrysanthemum vulgare*), lyukaslevelű orbáncfű (*Hypericum perforatum*), kakukkfű (*Thymus* spp.) és peremizs (*Inula* spp.) (52, 53). E gyógynövényeknek elsősorban a bélférges elleni hatását jegyezték fel. Tüdőférgesség elleni hatásuk nem ismert, de feltételezhető, mivel a lárvák a bélcsatornában közvetlenül érintkezhetnek a gazdaállat táplálkozása során felvett gyógynövényekkel. A gyakorlati megfigyeléseket fitoterápiás kísérletekben igazolták. A nagy tannintartalmú növényekkel: dohány (*Nicotiana tabacum*), gyömbér (*Zingiber officinale*), koronás baltavirág (*Hedysarum coronarium*), mezei katáng (*Cichorium intybus*), szarvaskerep (*Lotus corniculatus*), lápi kerep (*Lotus pedunculatus*), szodomai alma (*Calotropis procera*), takarmánybaltacim (*Onobrychis viciifolia*) etetett kérődző állatokban tapasztalható parazita féreg elleni hatással számos tanulmány foglalkozott (21, 25, 26, 27). E növényeknek közvetlen antiparazitikus hatást tulajdonítanak, vagy közvetlenül a gazdaállat rezisztenciáját növelik (21). Bizonyos növénykivonatok alkalmazása egy lehetséges útja lehet a dictyocaulosis megelőzésének, gyógyításának.

A férgekkel szembeni hatásos védekezési stratégiákat segíti, ha pontosan azonosítjuk a parazitát, különösen a rekombináns vakcina alkalmazása esetén. Minél jobban megismerjük az életmenetüket, és annak gyenge pontjait kihasználva eljuthatunk a hatékony védekezési gyakorlatig.

Egyes, nagy tannintartalmú növények kivonatainak alkalmazása egy lehetséges útja lehet a dictyocaulosis megelőzésének, gyógyításának

IRODALOM

1. BERGSTROM, R. C.: Aphodius beetles as biological control agent of elk lungworm, *Dictyocaulus hadweni*. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.*, 1983. 50. 236–239.
2. BERRAG, B. – URQUHART, G. M.: Epidemiological aspects of lungworm infections of goats in Morocco. *Vet. Parasitol.*, 1996. 61. 81–95.
3. BIENIOSCHEK, S. – REHBEIN, S. – RIBBECK, R.: Cross-infections between fallow deer and domestic ruminants with large lungworms (*Dictyocaulus* spp.). *Appl. Parasitol.*, 1996. 37. 229–238.
4. BOYLE, A. G. – HOUSTON, R.: Parasitic pneumonitis and treatment in horses. *Clin. Tech. Equine Prac.*, 2006. 5. 225–232.
5. CARRENO, R. A. – NADLER, S. A.: Phylogenetic analyses of the Metastrongyloidea (Nematoda: Strongylida) inferred from ribosomal RNA gene sequences. *J. Parasitol.*, 2003. 89. 965–973.
6. CORRIGALL, W. – COUTTS, A. G. P. et al.: Comparison by experimental infections in cattle of a *Dictyocaulus* species occurring naturally in red deer and *Dictyocaulus* of bovine origin. *Vet. Rec.*, 1988. 122. 302–304.

7. DAVID, G. P.: Survey on lungworm in adult cattle. *Vet. Rec.*, 1997. 141. 343–344.
8. DIVINA, B. P. – WILHELMSSON, E. et al.: Identification of *Dictyocaulus* spp. in ruminants by morphological and molecular analyses. *Parasitology*, 2000. 121. 193–201.
9. DIVINA, B. P. – HÖGLUND, J.: Heterologous transmission with *Dictyocaulus capreolus* from roe deer (*Capreolus capreolus*) to cattle (*Bos taurus*). *J. Helminth.*, 2002. 76. 125–130.
10. DROZDZ, J. – DEMIASZKIEWICZ, A. W. – LACHOWITZ, J.: The helminth fauna of free-ranging European bison, *Bison bonasus* (L.). *Acta Parasitol. Pol.*, 1989. 34. 117–124.
11. ENIGK, K. – HILDEBRANDT, J.: Host specificity of *Dictyocaulus*-species in ruminants. *Vet. Med. Rev.*, 1965. 2. 80–97.
12. FINCHER, G. T.: Injectable ivermectin for cattle: effects on some dung-inhabiting insects. *Environ. Entomol.*, 1992. 21. 871–876.
13. FLETCHER, T. J.: Management problems and disease in farmed deer. *Vet. Rec.*, 1982. 111. 219–223.
14. GÅNHEIM, C. – HÖGLUND, J. – WALLER, K. P.: Acute phase proteins in response to *Dictyocaulus viviparus* infection in calves. *Acta Vet. Scand.*, 2004. 45. 79–86.
15. GASSER, R. B. – JABBAR, A. et al.: Assessment of the genetic relationship between *Dictyocaulus* species from *Bos taurus* and *Cervus elaphus* using complete mitochondrial genomic datasets. *Parasit. Vectors*, 2012. 5. 241. 1–11.
16. GELDHOF, P. – MAERE, V. D. et al.: Recombinant expression systems: the obstacle to helminth vaccines? *Trends Parasitol.*, 2007. 11. 527–532.
17. GIBBONS, L. M. – HÖGLUND, J.: *Dictyocaulus capreolus* n. sp. (Nematoda: Trichostrongyloidea) from roe deer, *Capreolus capreolus* and moose, *Alces alces* in Sweden. *J. Helminth.*, 2002. 76. 119–125.
18. GIBBONS, L. M. – KHALIL, L. E.: A revision of the genus *Dictyocaulus* Railliet & Henry, 1907 (Nematoda: Trichostrongyloidea) with the description of *D. africanus* n. sp. from African artiodactylids. *J. African Zool.*, 1988. 102. 151–175.
19. GRONVOLD, J. – JORGENSEN, R. J.: Spread of lungworm (*Dictyocaulus viviparus*) infection by *Pilobolus* fungi among stabled calves. *Prev. Vet. Med.*, 1987. 51. 43–50.
20. HOSKIN, S. O. – WILSON, P. R. et al.: A model for study of lungworm (*Dictyocaulus* sp.) and gastrointestinal nematode infection in young red deer (*Cervus elaphus*). *Vet. Parasitol.*, 2000. 88. 199–217.
21. Hoste, H. – Jackson, F. et al.: The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitol.*, 2006. 22. 253–261.
22. HÖGLUND, J. – MORRISON, D. A. et al.: Phylogeny of *Dictyocaulus* (lungworms) from eight species of ruminants based on analyses of ribosomal RNA data. *Parasitol.*, 2003. 127. 179–87.
23. HÖGLUND, J. – WILHELMSSON, E. et al.: ITS2 sequences of *Dictyocaulus* species from cattle, roe deer and moose in Sweden: molecular evidence for a new species. *Int. J. Parasitol.*, 1999. 29. 607–611.
24. Hu, M. – HÖGLUND, J. et al.: Mutation scanning analysis of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit 1 reveals limited gene flow among bovine lungworm subpopulations in Sweden. *Electrophoresis*, 2002. 23. 3357–3363.
25. IQBAL, Z. – LATEEF, M. et al.: Anthelmintic activity of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. F. flowers in sheep. *J. Ethnopharmacol.*, 2005. 102. 256–261.
26. IQBAL, Z. – LATEEF, M. et al.: *In vitro* and *in vivo* anthelmintic activity of *Nicotiana tabacum* L. leaves against gastrointestinal nematodes of sheep. *Phytother. Res.*, 2006. 20. 46–48.
27. IQBAL, Z. – LATEEF, M. et al.: *In vivo* anthelmintic activity of ginger against gastrointestinal nematodes of sheep. *J. Ethnopharmacol.*, 2006. 106. 285–287.
28. JABBAR, A. – IQBAL, Z. et al.: Anthelmintic Resistance: The state of play revisited. *Life Sci.*, 2006. 79. 2413–2431.
29. JOHNSON, M. – LABES, R. E. et al.: Efficacy trial of an irradiated cattle lungworm vaccine in red deer (*Cervus elaphus*). *Vet. Parasitol.*, 2003. 117. 131–137.
30. JORGENSEN, R. J.: Spread of infective *Dictyocaulus viviparus* larvae in pasture and to grazing cattle: experimental evidence of the role of *Pilobolus* fungi. *Vet. Parasitol.*, 1982. 10. 331–339.
31. KASSAI T.: Vizsgálatok a juhok göccs tüdőférgességéről. *Magy. Állatorv. Lapja*, 1957. 12. 66–69.
32. KASSAI T. – KADHIM J. K. – ALTAIF K. I. – JABBIR M. H.: Vizsgálatok nem besugárzott és besugárzott *Dictyocaulus filaria*-lárvákkal végzett fertőzések immunizáló hatásáról juhban és kecskében. *Magy. Állatorv. Lapja*, 1974. 29. 409–412.
33. KASSAI, T.: *Veterinary Helminthology*. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 1999. 85–89.
34. KASSAI T. – HOLLÓ F.: Vizsgálatok a szarvasmarha- és sertés-tüdőférgesség orvoslásáról. *Magy. Állatorv. Lapja*, 1960. 15. 81–84.
35. KUTZER, E.: Bedeutung Parasitärer Wechselinfektionen bei Haus- und Wildwiederkäuern. *Monatsschr. Vet. Med.*, 1988. 43. 577–580.
36. LARSEN, M.: Biological control of Helminths. *Int. J. Parasitol.*, 1999. 29. 139–146.
37. LARSSON, A. – UGGLA, A. et al.: Performance of second-season grazing cattle following different levels of parasite control in their first grazing season. *Vet. Parasitol.*, 2011. 175. 135–140.
38. MASON, P.: Parasites of deer in New Zealand. *New Zeal. J. Zool.*, 1994. 21. 39–47.
39. MCKEAN, J. B.: Vaccine development and diagnostics of *Dictyocaulus viviparus*. *Parasitol.*, 2000. 120. 217–223.
40. MOLENTO, M. B.: Parasite control in the age of drug resistance and changing agricultural practices. *Vet. Parasitol.*, 2009. 163. 229–234.
41. PLOEGER, H. W.: *Dictyocaulus viviparus*: re-emerging or never been away? *Trends Parasitol.*, 2002. 18. 329–332.
42. SKRJABIN, K. L. – SHIKHOBALOVA, N. P. – SCHULCZ, R. S.: *Dictyocaulidae, Helimosomatidae and Ollulanidae* of animals. In: Skrjabin K. I. (eds.): *Essentials of Nematology*. Vol. 4. Akademyia Nauk S.S.S.R., 1954. 1–323.
43. SOMERS, C. J.: The presence of infective larvae of *Dictyocaulus viviparus* inside sporangia of the fungus *Pilobolus kleinii*. *Ir. J. Agr. Res.*, 1985. 24. 127–128.
44. SUGÁR, L.: *Lungworm disease outbreaks in fenced red deer herds*. Transaction the XIXth. IUGB Congress. Trondheim, 1990. 221–223.
45. SUGÁR L.: A szarvasfélék tüdőféreg-fertőzöttségének a jelentősége és a védekezés lehetőségei. *Magy. Állatorv. Lapja*, 1995. 50. 161–164.
46. SUGÁR, L.: Deer and their parasites: disease or coexistence? *Parassitologia*, 1997. 39. 297–301.

47. SUGÁR L.: Bakonyi gímszarvasok tüdőféreg-fertőzöttsége. *Akadémiai Beszámolók: parazitológia, halkórtan*, MTA, 2000. 27. 11.
48. SUGÁR, L. – SÁRKÖZY, P.: Lungworm control with Albendazole (Vermidan) in captive red deer herds. S. *Verh. 30. Int. Symp. Erkr. Zoo- und Wildtiere*. Sofia, 1988. Akademie-Verlag. Berlin. 149–152.
49. url: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
50. url: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/KM359417>
51. url: <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/scientific-resources/taxonomy-systematics/host-parasites/database>
52. VINCZEFFY I.: Adatok gyepeink gyógynövényeiről. *Természetes Állattartás 2*. Debreceni Agrártudományi Egyetem. Debrecen, 1992. 161–178.
53. VINCZEFFY I.: Legelőink különleges értékei, *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 2004. 2. 5–24.
54. WIMMER, B. – CRAIG, B. H. et al.: Non-invasive assessment of parasitic nematode species diversity in wild Soay sheep using molecular markers. *Int. J. Parasitol.*, 2003. 34. 625–631.
55. WOOLLEY, H.: The economic impact of husk in dairy cattle. *Cattle Pract.*, 1997. 5. 315–317.
56. WYK, J. A. – GERBER, H. M. – VILLIERS, F. J.: Parenterally administered gastrointestinal nematode infective larvae viable after more than 15 years in liquid nitrogen. *Vet. Parasitol.*, 2000. 88. 239–247.
- Közlésre érk.: 2015. júl. 27.