



UNIVERSITAT_{DE}
BARCELONA

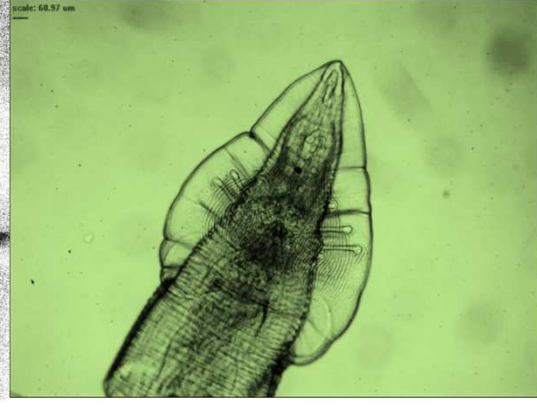
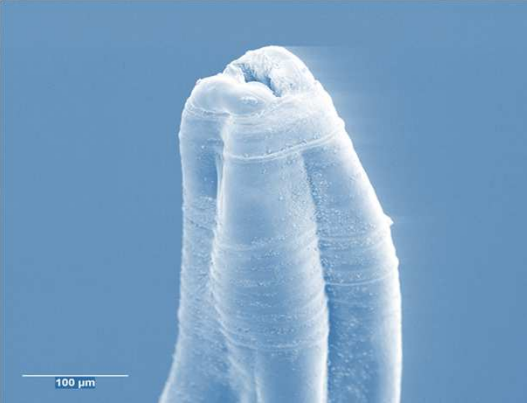
Noves dades parasitològiques en micromamífers (insectívors i rosegadors) del Sud-Est Asiàtic (Cambodja, Laos i Tailàndia)

Marina Veciana Botet

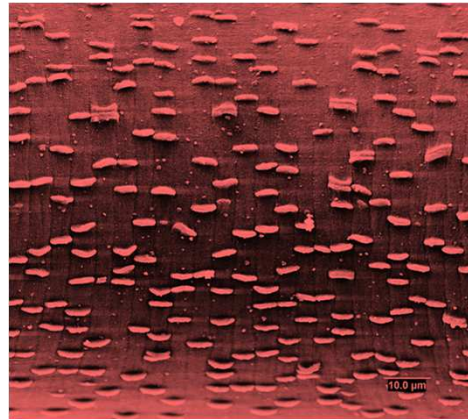
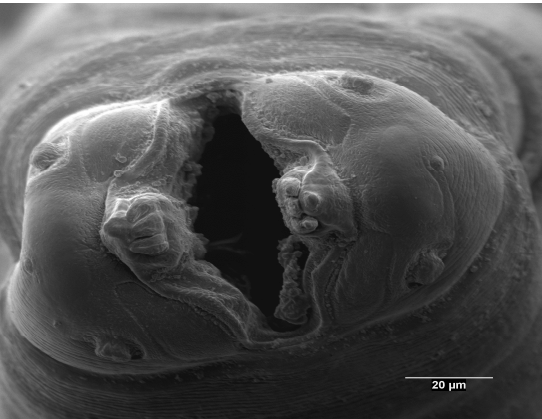
ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

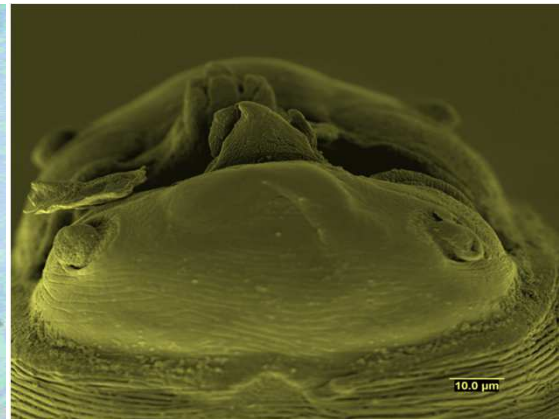
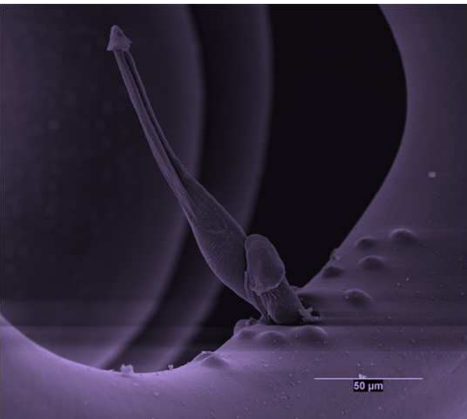


UNIVERSITAT DE
BARCELONA



FACULTAT de FARMÀCIA

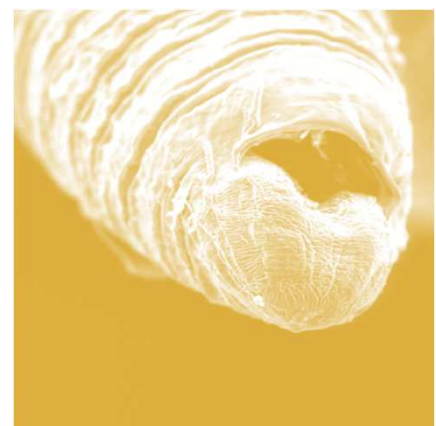
Departament de Microbiologia i Parasitologia sanitàries



NOVES DADES PARASITOLÒGIQUES EN
MICROMAMÍFERS (INSECTÍVORS I ROSEGADORS)
DEL SUD-EST ASIÀTIC (CAMBODJA, LAOS I
TAILÀNDIA)



MARINA VECIANA
2016



UNIVERSITAT DE BARCELONA

FACULTAT DE FARMÀCIA
Departament de Microbiologia i Parasitologia sanitàries

Recerca, Desenvolupament i Control de Medicaments

Noves dades parasitològiques en micromamífers (insectívors i rosegadors) del Sud-Est
Asiàtic (Cambodja, Laos i Tailàndia)

Memòria presentada per Marina Veciana Botet per optar al títol de doctor per la
universitat de Barcelona

Alexis, Ribas Salvador
Director

Carles, Feliu José
tutor

Marina, Veciana Botet
doctoranda

MARINA VECIANA BOTET, 2016

RESUM DE LA TESI.....	3
AGRAÏMENTS.....	7
I. INTRODUCCIÓ i OBJECTIUS.....	9
1. Antecedents.....	9
2. Situació actual dels estudis d'helminths de micromamífers al Sud-est asiàtic.....	12
3. Justificació i objectius.....	16
II. MATERIAL i MÈTODES.....	19
1. Obtenció dels hostes	19
2. Identificació dels hostes.....	23
3. Dissecció dels hostes i obtenció dels helminths.....	23
4. Preparació de les mostres	23
- Mostres per microscòpia òptica	23
- Mostres per microscòpia electrònica	24
5. Caracterització morfològica dels helminths: mesures i imatge	24
- Mesures.....	24
- Il·lustracions i fotografies de microscòpia òptica.....	24
- Fotografies de microscòpia electrònica.....	25
6. Classificació filogenètica d'helminths amb tècniques moleculars	25
7. Dipòsit d'espèimens.....	25
8. Recerca bibliogràfica.....	26
III. RESULTATS	29
1. <i>Protospirura siamensis</i> n. sp. (Nematoda: Spiruridae) from rodents in Thailand. .	29
- Resum i paraules clau	29
2. <i>Breinlia (Breinlia) jittapalapongi</i> n. sp. (Nematoda: Filarioidea) from the Asian house rat <i>Rattus tanezumi</i> Temminck in Lao PDR	37
- Resum i paraules clau	37
3. <i>Aonchotheca yannickchavali</i> n. sp. (Nematoda: Capillariidae) in <i>Bandicota indica</i> (Bechstein, 1800) and <i>Bandicota savilei</i> (Thomas, 1916) from Thailand.	47
- Resum i paraules clau	47
4. New biogeographical and morphological information on <i>Physaloptera ngoci</i> Levan-hoa, 1961 (Nematoda: Physalopteridae) in South-east Asian rodents.....	62
- Resum i paraules clau	62
5. New data on <i>Malayometastrongylus diardinematus</i> (Gibbons and Krishnasamy, 1986) (Metastrongyloidea: Angiostrongylidae) a lungworm occurring in <i>Rattus tanezumi</i> (Temminck, 1844) from South-east Asia	68
- Resum i paraules clau	68
6. Helminths of the Asian house shrew <i>Suncus murinus</i> from Cambodia.....	75
- Resum i paraules clau	75
IV. DISCUSSIÓ i CONCLUSIONS	85
V. BIBLIOGRAFIA.....	93
ANNEX	101

RESUM DE LA TESI

Els estudis d'helminths paràsits de rosegadors (ordre Rodentia) són abundants a la península Ibèrica i, han sigut realitzats en gran part per l'equip d'helminthologia del Departament de Microbiologia i Parasitologia Sanitàries (Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona). Segons l'*Atlas de los Mamíferos terrestres de España* (1) hi ha 19 espècies de rosegadors excloent les espècies al·lòctones. La recopilació de Feliu *et al.* (1997) recull dades d'helminths de 16 espècies de rosegadors (2). Si hi afegim els estudis de *Sciurus vulgaris* (3) i de *Glis glis* (4) concloem que a excepció de *Apodemus flavicollis* s'han estudiat totes les espècies de rosegadors a nivell d'helminthofauna. Atès que l'estudi en aquesta àrea geogràfica rondaria la saturació i que es pot donar la catalogació de les espècies d'helminths com a etapa finalitzada, s'ha mirat d'enfocar l'estudi helminthològic cap a altres àrees biogeogràfiques, com és el Sud-est asiàtic (SEA). Encara que aquesta regió està sotmesa a grans canvis ambientals deguts a la globalització i la pressió del desenvolupament econòmic, el SEA la subfamília Murinae està formada per quasi 300 espècies (5) mostra de l'elevada biodiversitat. El nombre d'estudis realitzats per tal de conèixer la fauna helminthiana (quines espècies d'helminths paràsits hi ha i quins rosegadors actuen com a hostes d'aquests) referenciats a la base de dades del *Natural History Museum of London (Host-Parasite Database)* (6) és baix, i tant sols existeixen estudis de 26 (13%) de les espècies de Murinae associades al SEA. La combinació entre la gran diversitat d'hostes i el baix nombre d'estudis realitzats ens permet plantejar la hipòtesi de que existeix una elevada probabilitat de trobar espècies d'helminths no descrites anteriorment o poc conegudes.

Durant l'estada de Kittipong Chaisiri del Departament de Zoologia de la Facultat de Veterinària de la Universitat de Kasetsart (Bangkok, Tailàndia) al Laboratori de Parasitologia de la Facultat de Farmàcia de la UB l'any 2009, es va redactar un article que incloïa l'anàlisi de 68 rosegadors capturats en diferents hàbitats a les províncies de Buriram, Loei i Nan (Tailàndia), on es van identificar 11 espècies d'helminths: 2 cestodes, 8 nematodes i 1 acantocèfal (7). Aquests resultats van ser com un sondeig de la zona i, en veure que algunes d'aquestes espècies eren desconegudes per la ciència, no vam voler perdre l'oportunitat d'aprofundir en l'estudi de l'helminthofauna d'aquesta zona geogràfica. Així, es va iniciar una etapa de col·laboracions amb els projectes finançats pel

govern francès: BiodivHealthSEA (*Local impacts and perceptions of global changes: Biodiversity, health and zoonoses in Southeast Asia*) i CERoPath (*Community Ecology of Rodents and their Pathogens in a changing environment*) que es van desenvolupar al SEA. Entre el 2011 i el 2015 hem identificat i descrit espècies noves de nematodes paràsits, hem trobat espècies que no s'havien tornat a trobar (o identificar) després de la seva descripció i hem pogut estudiar l'espectre helmintofaunístic d'una espècie de micromamífer insectívor.

Les hipòtesis fonamentades en la situació global i particular d'aquests helmints i hostes, ens porten a un marc d'estudi en el que els objectius són els següents:

1. Augmentar el coneixement de la biodiversitat helmintiana de rosegadors del Sud-est asiàtic mitjançant la descripció d'espècies noves per a la ciència.
2. Incrementar el coneixement d'espècies d'helmints de micromamífers del Sud-est asiàtic prèviament descrites però poc conegudes aportant noves dades biogeogràfiques, mètriques, moleculars i morfològiques i sobre l'associació amb els seus hostes.
3. Ampliar el coneixement de l'espectre helmíntic d'una espècie de micromamífer insectívor (*Suncus murinus*) donant les primeres dades faunístiques a Cambodja.

A mode esquemàtic presentem la metodologia global del conjunt de publicacions que conformen la tesi (detallada extensivament a cada publicació). En una primera etapa es realitza la captura dels hostes per trampeig i la seva identificació (segons morfometria i/o segons genètica), i posteriorment es procedeix a realitzar-ne l'eutanàsia i dissecció per obtenir els helmints. La segona etapa recull els procediments seguits des de l'obtenció dels helmints fins la seva identificació: preparació de les mostres per observació en microscòpia òptica o microscòpia electrònica, caracterització morfològica dels helmints amb mesures, il·lustracions i fotografies de microscòpia òptica o electrònica, classificació filogenètica d'helmints amb tècniques moleculars, i dipòsit d'espècimens a la col·lecció del Museu de Ciències Naturals de Barcelona. Aquests passos es realitzen en funció del nombre i de la qualitat dels helmints disponibles. En relació a la recerca bibliogràfica, la metodologia es basa en cercar paraules clau relacionades amb els paràsits, les localitats i els hostes en bases de dades de referència com *Host-Parasite*, *Medline*, *ScienceDirect* i *WoK* així com cercadors com *Google academic* i *Google*.

El primer dels nostres objectius s'ha assolit amb la descripció de tres noves espècies de Nematoda: *Protospirura siamensis* Ribas *et al.*, 2012, *Breinlia* (*Breinlia*) *jittapalapongi* Veciana *et al.*, 2015 i *Aonchotheca yannickchavali* Veciana *et al.*, 2016. A l'estudi "*Protospirura siamensis* n. sp. (Nematoda: Spiruridae) from rodents in Thailand" s'ha realitzat una descripció de l'helminth trobat en mostres de 10 espècies de rosegadors de les províncies de Loei, Nan, Buriram i Kalasin (Nord-est de Tailàndia). Aquest helminth presenta diferències morfològiques amb les 11 espècies prèviament descrites a altres zones geogràfiques i, si considerem el fet de que no existeixi la descripció de cap espècie de *Protospirura* endèmica del SEA, podem pensar que es tracta d'una espècie diferent a les descrites fins el moment. Aquesta hipòtesi s'ha confirmat amb l'observació dels helmints mitjançant microscòpia electrònica, així com amb la realització de mesures i la descripció extensament detallada de les seves característiques generals i específiques que la fan diferir de les altres espècies del gènere *Protospirura*. L'espècie *Protospirura siamensis* n. sp., el nom de la qual es relaciona amb la seva distribució geogràfica a l'antic regne de Siam, es diferencia essencialment de les espècies descrites anteriorment

per l'arranjament de les papil·les de l'extrem posterior dels mascles, així com per la morfologia i llargada de les espícules.

L'estudi "*Breinlia (Breinlia) jittapalapongi n. sp. (Nematoda: Filarioidea) from the Asian house rat Rattus tanezumi Temminck in Lao PDR*" descriu la filària del gènere *Breinlia* aïllada en rosegadors de Laos. *Breinlia (Breinlia) jittapalapongi n. sp.* s'ha trobat a la rata asiàtica casolana (*Rattus tanezumi*) i la rata de Sikkim (*Rattus andamanensis*) a Luang Prabang i Champasak (Laos), i s'ha anomenat en honor al degà Sathaporn Jittapalapong de la Facultat de Veterinària de la Universitat de Kasetsart (Bangkok, Tailàndia). La nova espècie se situa al subgènere *Breinlia* en el que hi ha un gran nombre d'espècies distribuïdes entre Australàsia (vint-i-dues espècies), el sud-est d'Àsia (quatre espècies) i l'Índia (dues espècies). Aquesta filària es distingeix de les espècies de *Breinlia (Breinlia)* descrites prèviament per les següents característiques dels mascles: la forma i la mida del governacle, la longitud de les espícules, el patró de les papil·les de l'extrem caudal i la presència de l'anell esclerotitzat a la càpsula bucal. Aquesta és la cinquena espècie de *Breinlia (Breinlia)* descrita al SEA.

El treball en curs de publicació "*Aonchotheca yannickchavali n. sp. (Nematoda: Capillariidae) in Bandicota indica (Bechstein, 1800) and Bandicota savilei (Thomas, 1916) from Thailand*" és la tercera descripció que s'ha realitzat en el conjunt d'aquesta tesi. A l'estómac de diversos exemplars de *Bandicota indica* i de *Bandicota savilei* capturats a Tailàndia, s'ha trobat aquesta nova espècie que hem pogut descriure gràcies a la quantitat i qualitat dels helmints aïllats. Aquests difereixen de les nou espècies del gènere *Aonchotheca*, descrites en rosegadors de tot el món, pel seu microhàbitat de parasitació, per la mida de les espícules del mascle i per l'apèndix vulvar de les femelles. *Aonchotheca yannickchavali n. sp.* s'ha anomenat en agraïment a Yannick Chaval per la seva implicació en els projectes CERoPath i BiodivHealthSEA que han permès aïllar aquest nematode que és el primer d'aquest gènere descrit i identificat en rosegadors del SEA.

El segon objectiu té relació amb espècies poc conegudes, i s'assoleix amb la troballa de *Physaloptera ngoci* Le-Van-Hoa, 1961 i *Malayometastrongylus diardinematus* (Gibbons et Krishnasamy, 1986) en Murinae del SEA i la de *Seuratum nguyenanaii* (Le-Van-Hoa, 1964) en *Suncus murinus*. "*New biogeographical and morphological information on Physaloptera ngoci Le-Van-Hoa, 1961 (Nematoda: Physalopteridae) in South-east Asian rodents*" fa referència als helmints aïllats fruit de la dissecció de 1642 rosegadors capturats entre el 2008 i el 2011 a Tailàndia, Laos i Cambodja. Aquest nematode no s'havia tornat a identificar des de la seva descripció el 1961 i es va trobar amb una prevalença del 2,74%. Per a completar la seva descripció original, s'han obtingut imatges de microscòpia òptica i electrònica (*Scanning Electron Microscope*, SEM) i s'han fet mesures complementàries de les estructures morfològiques dels exemplars de *P. ngoci*. A part d'ampliar l'espectre biogeogràfic, també s'ha ampliat l'espectre d'hostes, passant d'una única espècie citada a la descripció original, a la que s'hi afegeixen nou altres espècies de rosegadors trobades en el nostre estudi.

L'estudi en rosegadors de Laos "*New data on Malayometastrongylus diardinematus (Gibbons & Krishnasamy, 1986) (Metastrongyloidea: Angiostrongylidae) a lungworm occurring in Rattus tanezumi (Temminck, 1844) from South East Asia*" és també la primera troballa de *M. diardinematus* després de la seva descripció original a Malàisia el 1986. Amb aquest estudi, a més a més d'ampliar la seva àrea de distribució,

també hem pogut obtenir resultats amb tècniques moleculars per a poder posicionar sistemàticament en relació a altres gèneres de la mateixa família. S'ha realitzat el primer estudi molecular del gen de la subunitat I de la citocrom c oxidasa mitocondrial (COI) de *M. diardinematus* que confirma la categoria de gènere *Malayometastrongylus* en localitzar-se clarament en una branca diferent a la dels altres representants de la família.

El darrer objectiu s'ha assolit amb la realització d'un estudi anomenat "*Helminths of the Asian house shrew Suncus murinus from Cambodia*" amb el que s'ha ampliat l'estudi parasitològic a micromamífers de l'ordre Insectivora. Aquest treball està centrat en l'estudi de l'helmintofauna d'un hoste (*S. murinus*) i representa el primer estudi que considera tot l'espectre d'helminths d'aquest. S'han analitzat 39 exemplars de *S. murinus* capturats el 2009 a Cambodja, i s'han aïllat un cestode (Hymenolepididae sp.), tres nematodes (*Aonchotheca minuta* (Chen, 1937) (sin. *Capillaria minuta*), *S. nguyenvanaii* i *Pseudophysaloptera* sp.) i un trematode (Echinostomatidae sp.). La prevalença general d'aquests helminths és d'un 66,67% i Hymenolepididae sp. és el que presenta una major prevalença (48,72%). Aquest estudi també ha permès obtenir noves dades morfològiques de *A. minuta* així com també representa la primera citació de *S. nguyenvanaii* des de la seva descripció l'any 1964 a Vietnam.

Els resultats obtinguts en els estudis que formen aquesta tesi doctoral ens han portat a les següents conclusions:

- Les espècies d'helminths *Aonchotheca yannickchavali*, *Breinlia* (*Breinlia*) *jittapalapongi* i *Protospirura siamensis* descrites en rosegadors són espècies noves per la ciència, i la seva descripció augmenta la riquesa d'espècies conegudes en aquesta regió zoogeogràfica.

- S'ha citat per primera vegada *Physaloptera ngoci* en rosegadors a Cambodja, Laos i Tailàndia i s'ha augmentat l'espectre d'hostes i el seu rang de distribució després de la seva descripció al Vietnam.

- S'ha citat per primera vegada *Malayometastrongylus diardinematus* a Laos augmentant-ne l'àrea geogràfica de localització després de la seva descripció a Malàisia. S'ha confirmat genèticament la validesa del gènere *Malayometastrongylus* que queda clarament diferenciat dels altres representants de la família.

- S'ha publicat el primer estudi en *Suncus murinus* de Cambodja que considera tot l'espectre d'endo-paràsits d'aquest hoste.

- S'ha citat per primera vegada *Aonchotheca minuta* a Cambodja, després de la seva descripció original a la Xina i segona citació a Taiwan, augmentant el seu rang de distribució i aportant noves dades mètriques.

- S'ha citat per primera vegada *Seuratum nguyenvanaii* després de la seva descripció original al Vietnam en un altre insectívor, ampliant el seu rang d'hostes i distribució geogràfica.

AGRAÏMENTS

Agrair a tots els membres de la unitat de Parasitologia del Departament de Microbiologia i Parasitologia Sanitàries de la Facultat de Farmàcia de la UB per deixar-me un raconet on va néixer i créixer aquest projecte. Gràcies a la Núria Cortadellas i l'Almudena García de la Unitat de Microscòpia (Facultat de Medicina, Centres Científics i Tecnològics de la UB (CCiTUB)) per la seva ajuda en la preparació de les mostres per a microscòpia electrònica. Gràcies a les diferents entitats que, amb els seus projectes, han donat suport al Dr. Alexis Ribas i en conseqüència a la meva feina: BiodivHealthSEA: *Local impacts and perceptions of global changes, Biodiversity, health and zoonoses in Southeast Asia* (ANR 11 CPEL 002); CERoPath: *Community Ecology of Rodents and their Pathogens in a changing environment* (ANR 07 BDIV 012) i 2009-SGR-403 i 2014-SGR-1241 de la Generalitat de Catalunya. Gràcies a la Dra. Odile Bain (1939-2012) que va compartir la seva saviesa amb nosaltres tot i el seu delicat estat de salut, així com a la resta de coautors dels articles que formen part d'aquesta tesi: Kittipong Chaisiri, Dr. Serge Morand, Bounneuang Douangboupha i Orawan Phuphisut amb els que hem treballat en equip tot i els milers de quilòmetres que ens separen. Gràcies especialment al Dr. Jordi Miquel, per la coautoria, per la feina, pels consells i per tenir sempre un gest amable a punt.

Gràcies a la Montse Sanz per les penes i glòries compartides. Gràcies al Sergi Lopez pel seu sentit de l'humor tan necessari després d'hores i hores enganxada al microscopi. Gràcies també al Joan Carretero per la seva col·laboració i per deixar-me ensenyar-li alguna de les coses que ha après aquí.

Gràcies a l'Àngels, l'Enriqueta, l'Eva, la Carme i la Roser per facilitar les coses sempre que he demanat alguna ajuda.

Gràcies Joan Carles... sense qui això no hauria començat. Vas ser un gran mestre i amic. Tot això també és per tu.

Gràcies Alexis, per la teva paciència infinita i per tot el que m'has ensenyat. Gràcies per començar sent el meu director de Màster Experimental i acabar sent com un germà gran.

Gràcies mama per animar-me sempre a fer més, per ser la meva *coach* i donar-me el millor exemple que m'hauries pogut donar. Gràcies també a la Paula i al Jordi, per

escoltar-me, aguantar-me, donar-me suport, preocupar-vos i per totes les coses bones i incondicionals que em doneu. No em deixaré d'agrair al Lluç i l'Elna, fonts d'entreteniment i generadors de riures i somriures infinits, que de ben segur em doneu el millor de vosaltres. Gràcies a l'àvia, a la Cori i al Pere que sempre hi són i es preocupen i s'interessen, i gràcies avi, sé que t'hauria agradat veure la tesi acabada.

Gràcies als meus amics i amigues per ser-hi sempre, per interessar-se, per escoltar-me, per donar-me suport i per ser com sou. Gràcies a la Cloé, la Claudia, la Lorena, la Jana, la Raquel, la Mercè, la Maria, l'Àlex, el Ramón, la Marta B, la Marta V, la Neus i la Núria. Gràcies també a la Coral de Farmàcia per les bones estones que hem passat.

Gràcies Dr. Didac, per caminar al meu costat i fer que el camí sigui assolellat, per cuidar-me i mimar-me, per fer que les coses es vegin més fàcils i per instruir-me en "*com dipositar una tesi doctoral i no morir en l'intent*".

I. INTRODUCCIÓ i OBJECTIUS

1. Antecedents

L'any 2009, comença al Laboratori de Parasitologia de la Facultat de Farmàcia de la Universitat de Barcelona (UB) una col·laboració amb el Departament de Zoologia de la Facultat de Veterinària de la Universitat de Kasetsart (Bangkok, Tailàndia) que culmina amb un estudi realitzat durant l'estada de Kittipong Chaisiri, a Barcelona, com a part del seu treball final de Màster. Aquest estudi inclou l'anàlisi de 68 rosegadors (*Rattus tanezum*) capturats en diferents hàbitats a les províncies de Buriram, Loei i Nan (Tailàndia). El resultat de l'estudi va ser publicat al gener del 2010 al *Journal of Tropical Medicine and Parasitology* i comprenia la identificació d'onze helmints paràsits pertanyents a diferents grups taxonòmics: 2 cestodes, 8 nematodes i 1 acantocèfal (7). Aquests primers resultats simbolitzen la punta de l'iceberg en relació a la gran biodiversitat del Sud-est asiàtic (SEA), on s'hi associen quasi 300 espècies de la subfamília Murinae (5) i un augment constant de les descripcions de Rodentia com *Sommeromys macrorhinos* Musser *et* Durden, 2002 a Indonèsia; *Limnomys bryophilus* Rickart, Heaney *et* Tabaranza, 2003 a Filipines; *Saxatilomys paulinae* Musser, Smith, Robinson *et* Lunde, 2005 a Laos; *Tonkinomys daovantieni* Musser, Lunde *et* Truong Son, 2006 al Vietnam i fins i tot un nou gènere *Laonastes* a Laos (8). Les primeres recerques bibliogràfiques que vam realitzar mostraven escassetat d'estudis en proporció a l'elevat nombre d'espècies de micromamífers d'on l'interès en continuar fent recerca en aquesta zona. A la península Ibèrica, segons l'*Atlas de los Mamíferos terrestres de España* (1) hi ha 19 espècies de rosegadors excloent les espècies al·lòctones. La recopilació de Feliu *et al.* (1997) recull dades de 16 espècies de rosegadors relacionades amb un total de 77 espècies d'helmints paràsits identificats (25 cestodes, 34 nematodes i 18 trematodes) (2). Si hi afegim els estudis de *Sciurus vulgaris* (3) i de *Glis glis* (4) (no inclosos a Feliu *et al.*, 1997) veiem que a excepció del ratolí lleonat (*Apodemus flavicollis*) s'han estudiat, en major o menor mesura, l'helminthofauna de totes les espècies de rosegadors. Vista la

situació al nostre territori la possibilitat de seguir mostrejant al SEA significava una gran oportunitat per a aprofundir en l'estudi dels endoparàsits. Així doncs, en el marc dels projectes finançats pel govern francès: *BiodivHealthSEA (Local impacts and perceptions of global changes: Biodiversity, health and zoonoses in Southeast Asia)* i *CERoPath (Community Ecology of Rodents and their Pathogens in a changing environment)* que s'han desenvolupat al SEA, s'han realitzat diferents expedicions a Cambodja, Laos i Tailàndia, que (després d'un gran nombre d'hores de dissecció de micromamífers) han proporcionat els materials amb els que s'ha elaborat la recerca que queda reflectida en les publicacions que formen aquesta tesi. L'oportunitat de col·laborar amb aquests projectes ens ha permès treballar a la regió zoogeogràfica Oriental de gran biodiversitat i que ha proporcionat resultats aptes per a ser inclosos en estudis helmintològics d'interès científic per les seves aportacions al món de la parasitologia, com són: la descripció de noves espècies d'helmints i la re-descripció d'espècies insuficientment estudiades o poc conegudes; i estudis de caire faunístic en el micromamífer insectívor *Suncus murinus*.

La regió zoogeogràfica Oriental s'estén des del subcontinent indi a l'Afganistan i Pakistan, i de les terres baixes del sud de la Xina al sud-est d'Àsia, a través d'Indonèsia fins a l'illa de Java, Bali, i Borneo, també inclou les illes japoneses de Ryukyu, les terres baixes de Taiwan i les Filipines. El SEA forma part d'aquesta i és la subregió asiàtica formada pels estats de Birmània, Brunei, Cambodja, Filipines, Indonèsia, Laos, Malàisia, Papua Nova Guinea, Singapur, Tailàndia, Timor Oriental i Vietnam. El SEA ha estat habitat històricament per grans civilitzacions (l'imperi Khmer a Cambodja, i diversos regnes antics a Birmània) que han deixat com a testimoni les restes de les antigues capitals d'Angkor (Cambodja) (Figura 1) i Bagan (Birmània) (Figura 2). Aquestes civilitzacions es relacionen amb l'inici de les transformacions paisatgístiques, sobretot a les terres baixes inundables altament fèrtils que van passar de ser masses forestals a ser camps d'arròs. En l'actualitat, aquest procés de desforestació s'ha accelerat (Figura 3) i genera grans canvis ambientals deguts a la globalització i la pressió del desenvolupament econòmic a tot el SEA, com per exemple la construcció de la *expressway*, carretera que uneix Tailàndia (Bangkok) amb la Xina (Kunming), que va finalitzar amb la construcció d'un pont sobre el Mekong per unir Laos i Tailàndia al desembre del 2013 (Figura 4). Tot i la desaparició de zones ecològiques de gran importància com a conseqüència del procés d'urbanització i l'augment d'àrees de cultiu, i tot i el canvi de clima que s'està observant al planeta (canvis en la temperatura global i els monsons) (9) segueix sent una zona d'elevat interès que rau en la seva (encara) elevada biodiversitat.

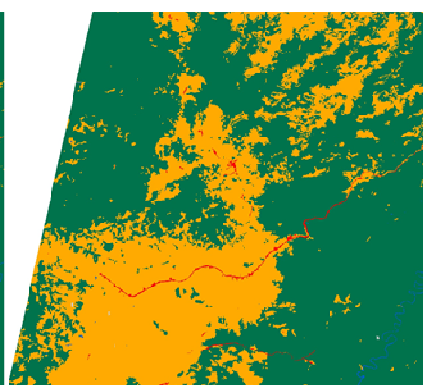
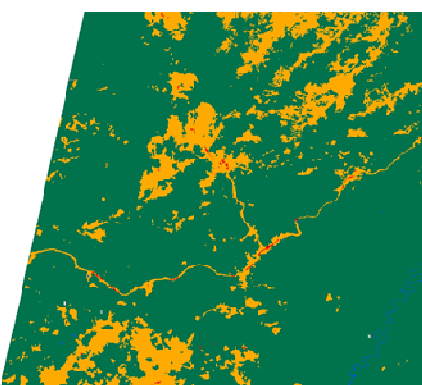
La importància dels micromamífers en l'àmbit humà, rau en el fet que tradicionalment han format part de la seva dieta (Figura 5) (10,11). No és difícil veure, en zones rurals, parades de venda de rosegadors pel consum humà (Figura 6) o bé trobar habitants locals preparant trampes artesanals per caçar rosegadors (Figura 7 i 8). La relació alimentària amb els rosegadors i la convivència amb insectívors com *S. murinus* es pot associar amb la incidència de zoonosis en aquesta àrea com il·lustra la revisió de Chaisiri *et al.* (2015) en identificar un mínim de 7 espècies zoonòtiques relacionades amb rosegadors (12).



Figura 1: Restes de l'antiga ciutat d'Angkor (Cambodja) (Imatge de A. Ribas).



Figura 2: Restes de l'antiga ciutat de Bagan (Birmània) (Imatge de A. Ribas).



- Zones agrícoles
- Núvols i ombres
- Zones forestals
- Zones urbanitzades
- Aigua

0 2,5 5 10 Km

Figura 3: Canvis en les zones agrícoles, forestals i urbanitzades al 1998 vs 2008.

BY BRIAN EYLER | DECEMBER 12, 2013 - 2:35 PM [Jump to Comments](#)

The Kunming-Bangkok Highway's Final Link Opens over the Mekong

The Fourth Thai-Lao Friendship bridge which connects Thailand's Chiang Rai province to Lao PDR's Bokeo province **officially opened** for business yesterday. Although the bridge, which stretches 400 meters across the Mekong river, and surrounding customs and inspection infrastructure have been completed for a few months, the two countries set the auspicious date of December 11, 2013 or 11/12/13 as written in the international form for the bridge's opening ceremony conducted by Thailand's highly respected [Princess Sirindhorn](#).



Figura 4: Notícia al *East by SouthEast* (blog de notícies locals).

Figura 5: Plat per a consum humà a base de rosegadors (Birmània) (Imatge de A. Ribas).



Figura 6: Parada de mercat de venda de rosegadors per a consum humà (Vietnam) (Imatge de A. Ribas).



Figura 7 i 8: Trampes artesanals utilitzades per a caçar rosegadors per a consum alimentari (Laos) (Imatges de S. Morand).

2. Situació actual dels estudis d'helminths de micromamífers al Sud-est asiàtic

La subfamília Murinae conté més de 120 gèneres i al voltant d'unes 570 espècies a tot el món (13), és una de les més grans de l'ordre Rodentia, i només al SEA s'hi han citat més de 270 espècies. La família Sciuridae també està present a la nostra àrea d'estudi però no l'hem pogut incloure perquè els individus són molt difícils de capturar degut al seu hàbitat arborícola i a que no estan presents a tots els hàbitats, contràriament a Murinae. Pel que fa a la família Soricidae (insectívors terrestres) els estudis són molt limitats ja que són molt difícils de capturar. *Suncus murinus*, tot i estar relacionat amb diferents tipus d'hàbitat, s'ha trobat principalment en zones d'estret contacte amb els humans. Altres espècies d'insectívor com les del gènere *Crocidura* gairebé no s'han capturat a la nostra àrea d'estudi. Aquesta situació ha condicionat les característiques dels nostres estudis en relació als hostes i al fet de considerar l'estudi d'una espècie d'insectívor (la més freqüent) en una publicació separada de les relacionades amb Murinae.

El SEA té 4 regions biogeogràfiques que contenen al voltant del 18% de les espècies de plantes i animals del planeta (14) i segons el nostre criteri, el nombre d'estudis relacionats amb la naturalesa de la fauna helmintiana i els seus hostes és baix. Els estudis recollits a la base de dades del *Natural History Museum of London (Host-Parasite Database)* (6), tan sols es poden relacionar amb 26 (13%) de les espècies de Murinae associades al SEA. Aquest 13% és un valor orientatiu ja que aquesta base de dades no és completa, però també va en acord amb els resultats de les revisions bibliogràfiques de paràsits de Murinae de Filipines, Indonèsia, Malàisia, Nova Zelanda i del global del SEA (15–19). Aquesta situació suggereix la hipòtesi de que existeix la possibilitat de trobar tant espècies d'helminths noves (o poc conegudes) (20) com de localitzar nous hostes associats a helminths poc coneguts.

S'ha realitzat una revisió bibliogràfica exhaustiva més enllà de les referències de la *Host-Parasite Database* (el seu procediment està detallat a l'apartat 8 del capítol de "Material i Mètodes"). En relació a *S. murinus* s'han revisat 40 referències d'estudis realitzats a la seva àrea de distribució original. En relació a Murinae, s'han revisat més de 140 estudis relacionats amb 54 (19,35%) espècies a tot el SEA. A la Taula 1 presentem el recull de publicacions associades a les mateixes àrees geogràfiques que els nostres estudis (ampliada a l'Annex amb totes les localitats del SEA). Tant per Murinae com per *S. murinus*, la confecció de les bases de dades ha implicat fer comprovacions de la nomenclatura dels hostes i paràsits, que s'han associat als seus sinònims si era necessari. Pel que fa als rosegadors, aquesta informació s'ha extret de les bases de dades del *Mammal Species of the World* (13) i de la *IUCN (Red list of threatened species)* (21) i de les principals referències relacionades amb rosegadors (22–24). Les comprovacions de nomenclatura i classificació dels paràsits s'han fet segons la *Global Cestode Database* (25) en relació als cestodes, i segons les re-descripcions i revisions taxonòmiques publicades en relació a la resta de grups.

	Cambodja	Laos	Tailàndia
Acantocephala			
FAMÍLIA MONILIFORMIDAE			
<i>Moniliformis moniliformis</i> (Bremser, 1811) **	-	-	<i>Rex</i> (26), <i>Rt</i> (7,26)
Cestoda			
FAMÍLIA DAVAINIIDAE			
<i>Raillietina siriraji</i> Chandler et Pradatsundarasar, 1957 **	-	-	<i>Bs, Rex, Rno, Rr</i> (27)
<i>Raillietina</i> sp. Fuhrmann, 1920 **	-	<i>Bi, Bs, Bbo, Mc, Mco, Rn, Rt</i> (28)	<i>Bi</i> (26,29,30), <i>Bs, Bbe, Le, Ms, Mce, Nf, Rex, Rl</i> (26), <i>Rno, Rr</i> (30), <i>Rt</i> (7,26), <i>Rsp</i> (<i>Rr</i> i/o <i>Rno</i>) (31)
FAMÍLIA HYMENOLEPIDIDAE			
<i>Hymenolepis diminuta</i> (Rudolphi, 1819) Weinland, 1858 **	-	<i>Mco, Rn, Rt</i> (28)	<i>Bi</i> (26,29), <i>Bs, Bbe, Bbo, Le, Ms, Mco, Nf</i> (26), <i>Rex</i> (26,27), <i>Rl</i> (26), <i>Rno, Rr</i> (27), <i>Rt</i> (7,26)
<i>Hymenolepis nana</i> (Siebold, 1852) **	-	<i>Mc, Mco, Rt</i> (28)	<i>Cg, Mc, Mce, Mco, Nf</i> (26), <i>Rex</i> (27), <i>Rl</i> (26), <i>Rno</i> (27)
FAMÍLIA TAENIIDAE			
<i>Taenia</i> sp. Linnaeus, 1758	-	-	<i>Rsp</i> (31)
Nematoda			
FAMÍLIA ANCYLOSTOMATIDAE			
<i>Globocephalus</i> sp. Molin, 1861	-	<i>Rt</i> (28)	-
FAMÍLIA ANGIOSTRONGYLIDAE			
<i>Angiostrongylus</i> (<i>Parastrongylus</i>) <i>cantonensis</i> (Chen, 1935) Dougherty, 1946	-	-	<i>Bb</i> (32), <i>Bi</i> (32,33), <i>Rex</i> (27,32), <i>Rno</i> (27,32,33), <i>Rr</i> (32), <i>Rsp</i> (<i>Rr</i> i/o <i>Rno</i>) (31)
<i>Angiostrongylus</i> (<i>Parastrongylus</i>) <i>siamensis</i> Ohbayashi, Kamiya et Bhaibulaya, 1979	-	-	<i>Bs, Bbe</i> (34), <i>Ls</i> , (35), <i>Ms</i> (34)
<i>Angiostrongylus</i> sp. Kamensky, 1905	-	-	<i>Rno</i> (36)
<i>Malayometastrongylus diardinematus</i> (Gibbons et Krishnasamy, 1986)	-	<i>Rt</i> (37)	-
FAMÍLIA ASCARIDIDAE			
<i>Ascaris</i> sp. Linnaeus, 1758	-	<i>Bbe</i> (28)	-
FAMÍLIA CAPILLARIIDAE			
<i>Aonchotheca</i> sp. Lopez-Neyra, 1947	-	<i>Bbe</i> (28)	<i>Bi</i> (26,29), <i>Mce</i> (26)
<i>Aonchotheca yannickchavali</i> (Veciana et al., 2016)			<i>Bs</i>
<i>Capillaria hepatica</i> (Bancroft, 1893) **	-	-	<i>Rsp</i> (<i>Rr</i> i/o <i>Rno</i>) (31)
<i>Eucoleus</i> sp. Dujardin, 1845	-	-	<i>Bi</i> (26,29), <i>Mce</i> (26)
FAMÍLIA CHABERTIIDAE			
<i>Cyclodontostomum purvisi</i> Adams, 1933 ** (sin. <i>Ancistroneuma coronatum</i>)	-	-	<i>Bi</i> (26,29,38), <i>Bs</i> (38)

Taula 1: continua a la pàgina següent.

	Cambodja	Laos	Tailàndia
FAMÍLIA FILAROIDIDAE			
<i>Filariidae</i> Cobbold, 1864	-	-	<i>Nf</i> (26), <i>Rt</i> (7,26)
FAMÍLIA GNATHOSTOMATIDAE			
<i>Gnathostoma malaysiae</i> Miyazaki et Dunn, 1965	-	-	<i>Ms</i> (39)
FAMÍLIA GONGYLONEMATIDAE			
<i>Gongylonema neoplasticum</i> (Fibiger et Ditlevson, 1914) Ransom et Hall, 1916 **	-	<i>Ra, Rex, Rt</i> (28)	<i>Bs, Ms, Mce, Mco, Nf, Rex, Rl</i> (26), <i>Rt</i> (7,26)
FAMÍLIA HELIGMONELLIDAE			
<i>Malaistrongylus odontospicularis</i> Ow-Yang, Durette-Desset et Ohbayashi, 1983	-	-	<i>Ms</i> (40)
<i>Nippostrongylus</i> sp. Lane, 1923	-	-	<i>Rsp</i> (<i>Rr i/o Rno</i>) (31)
<i>Orientostrongylus ratti</i> Ohbayashi et Kamiya, 1980	-	-	<i>Rno, Rr</i> (41)
<i>Orientostrongylus siamensis</i> Ohbayashi et Kamiya, 1980	-	-	<i>Ms</i> (41)
<i>Orientostrongylus tenorai</i> Durette-Desset, 1970	-	-	<i>Bi, Bs</i> (40,41)
<i>Sabanema kepongi</i> Ow-Yang, Durette-Desset et Ohbayashi, 1983	-	-	<i>Nf</i> (40)
FAMÍLIA HETERAKIDAE			
<i>Heterakis spumosa</i> (Schneider, 1866)	-	<i>Bs, Ra, Rex, Rt</i> (28)	<i>Bi</i> (26,29), <i>Bs, Bbe, Bbo</i> (26)
FAMÍLIA METASTRONGYLIDAE			
<i>Thaistrongylus harinasutai</i> Ohbayashi, Kamiya et Bhaibulaya, 1979	-	-	<i>Bbe</i> (35)
FAMÍLIA ONCHOCERCIDAE			
<i>Breinlia</i> (<i>Breinlia</i>) <i>booliati</i> Singh et Ho, 1973	-	-	<i>Rti</i> (42)
<i>Breinlia</i> (<i>Breinlia</i>) <i>jittapalapongi</i> Veciana, Bain, Morand et al., 2015	-	<i>Ra, Rt</i> (43)	-
FAMÍLIA OXYURIDAE			
<i>Syphacia muris</i> (Yamaguti, 1935) **	-	<i>Bs, Bbe, Ms, Rex, Rn, Rt</i> (28)	<i>Bi</i> (26,29), <i>Bs, Bbe, Bbo, Le, Ms, Nf, Rex, Rl</i> (26), <i>Rt</i> (7,26)
<i>Syphacia obvelata</i> (Rudolphi, 1802)	-	<i>Mc, Mco</i> (28)	<i>Mc, Mce</i> (26)
FAMÍLIA PHYSALOPTERIDAE			
<i>Physaloptera ngoci</i> Le-Van-Hoa, 1961	<i>Bs, Rar, Rex, Rt</i> (44)	<i>Bs, Rs</i> (44)	<i>Bi, Bs, Bbe, Mc, Mce, Rex, Rs</i> (44)
<i>Physaloptera</i> sp. Rudolphi, 1819	-	<i>Bi, Rl</i> (28)	<i>Bi</i> (26,29), <i>Bs, Bbe, Mc, Mce, Rl</i> (26)
FAMÍLIA RICTULARIIDAE			
<i>Pterygodermatites</i> sp. Wedl, 1861	-	<i>Bs, Rex, Rl, Rt</i> (28)	<i>Nf</i> (26), <i>Rt</i> (7,26)
<i>Rictularia</i> sp. Frölich, 1802	-	-	<i>Rno, Rr</i> (45), <i>Rsp</i> (<i>Rr i/o Rno</i>) (31)
FAMÍLIA SPIROCERCIDAE			
<i>Mastophorus</i> sp. Diesing, 1853	-	-	<i>Bi</i> (26,29), <i>Bbe, Bbo, Rex</i> (26), <i>Rt</i> (7,26)
<i>Protospirura siamensis</i> Ribas, Veciana, Chaisiri et Morand, 2012	-	<i>Bs, Ra, Rt</i> (28)	<i>Bi, Bbe, Bbo, Mc, Mce, Mco, Msp, Rex, Rl, Rt</i> (46)

Taula 1: ve de la pàgina anterior.

	Cambodja	Laos	Tailàndia
<i>Protospirura</i> sp. Seurat, 1914	-	-	<i>Bi</i> (26,29), <i>Bbe</i> , <i>Bbo</i> , <i>Mc</i> , <i>Mce</i> , <i>Mco</i> , <i>Rex</i> , <i>Rl</i> (26), <i>Rt</i> (7,26)
FAMÍLIA TRICHINELLIDAE			
<i>Trichinella spiralis</i> (Owen, 1835)	-	-	<i>Rr</i> (47)
FAMÍLIA TRICHURIDAE			
<i>Trichuris muris</i> (Schrunk, 1788) Hall, 1916	-	<i>Rt</i> (28)	<i>Bi</i> (26,29), <i>Bs</i> , <i>Rl</i> (26), <i>Rt</i> (7,26)
FAMÍLIA TRICHOSTRONGYLIDAE			
<i>Trichostrongylidae</i> Leiper, 1908	-	<i>Bi</i> , <i>Bs</i> , <i>Mc</i> , <i>Mco</i> , <i>Rn</i> , <i>Rt</i> (28)	<i>Bi</i> (26,29), <i>Bs</i> , <i>Le</i> , <i>Ms</i> , <i>Mc</i> , <i>Mce</i> , <i>Mco</i> , <i>Nf</i> , <i>Rex</i> , <i>Rl</i> (26), <i>Rt</i> (7,26)
Trematoda			
FAMÍLIA ECHINOSTOMATIDAE			
<i>Echinostoma ilocanum</i> (Garrison, 1908) **	-	-	<i>Rsp</i> (<i>Rr</i> i/o <i>Rno</i>) (31)
<i>Echinostoma malayanum</i> Leiper, 1911 **	-	<i>Rl</i> (28)	<i>Rsp</i> (<i>Rr</i> i/o <i>Rno</i>) (31)
<i>Echinostoma</i> sp. Rudolphi, 1809	-	-	<i>Bs</i> , <i>Rl</i> (26)
FAMÍLIA HETEROPHYIDAE			
<i>Centrocestus</i> sp. Looss, 1899	-	-	<i>Rsp</i> (<i>Rr</i> i/o <i>Rno</i>) (31)
FAMÍLIA LECITHODENDRIIDAE			
<i>Lecithodendriidae</i> Ohdner, 1911	-	-	<i>Mco</i> , <i>Rl</i> (26)
FAMÍLIA NOTOCOTYLIDAE			
<i>Notocotylus loeiensis</i> Chaisiri, Morand <i>et</i> Ribas, 2011	-	-	<i>Bi</i> , <i>Rl</i> (26)
<i>Notocotylus</i> sp. Diesing, 1839	-	-	<i>Bi</i> (29)
<i>Quinqueserialis quinqueserialis</i> (Barker <i>et</i> Laughlin, 1911) Harwood, 1939	-	-	<i>Rsp</i> (<i>Rr</i> i/o <i>Rno</i>) (31)
FAMÍLIA PLAGIORCHIIDAE			
<i>Plagiorchis</i> sp. Luhe, 1899	-	<i>Mc</i> , <i>Mco</i> , <i>Rt</i> (28)	-
FAMÍLIA SCHISTOSOMATIDAE			
<i>Schistosoma incognitum</i> Chandler, 1926	-	-	<i>Bi</i> (48,49), <i>Bs</i> (48)
<i>Schistosoma sinensium</i> Pao, 1959	-	-	<i>Rr</i> (50), <i>Mc</i> , <i>Rr</i> (51)
<i>Schistosoma spindale</i> Montgomery, 1906	-	-	<i>Bi</i> , <i>Bs</i> (48)
<i>Schistosoma</i> sp. Weinland, 1858	-	-	<i>Rr</i> (48)

Taula 1: ve de la pàgina anterior. Llista d'helminths de murins de Cambodja, Laos i Tailàndia. *Am*: *Apomys microdon*, *Bb*: *Bandicota bengalensis*, *Bi*: *B. indica*, *Bs*: *B. savilei*, *Bbe*: *Berylmys berdmorei*, *Bbo*: *B. bowersi*, *Bl*: *Bullimus luzonicus*, *Ba*: *Bunomys andrewsi*, *Bc*: *B. chrysocomus*, *Bp*: *B. penitus*, *Bpr*: *B. prolatus*, *Cg*: *Chiropodomys gliroides*, *Ec*: *Eropeplus canus*, *Lc*: *Lenothrix canus*, *Le*: *Leopoldamys edwardsi*, *Ls*: *L. sabanus*, *Mar*: *Mallomys rothschildi*, *Me*: *Margaretamys elegans*, *Ma*: *Maxomys alticola*, *Mb*: *M. bartelsii*, *Mm*: *M. musschenbroekii*, *Mp*: *M. pagensis*, *Mr*: *M. rajah*, *Ms*: *M. surifer*, *Mw*: *M. whiteheadi*, *Mc*: *Mus caroli*, *Mce*: *M. cervicolor*, *Mco*: *M. cokii*, *Msp*: *Mus* sp., *Nc*: *Niviventer cremoriventer*, *Nf*: *N. fulvescens*, *Nl*: *N. lepturus*, *Nr*: *N. rapit*, *Pd*: *Paruromys dominator*, *Pp*: *Pithecheir parvus*, *Ra*: *Rattus andamanensis*, *Ran*: *R. annandalei*, *Rar*: *R. argentiventer*, *Re*: *R. edwardsi*, *Rev*: *R. everetti*, *Rex*: *R. exulans*, *Rh*: *R. hainaldi*, *Rhe*: *R. hellwadi*, *Rho*: *R. hoffmani*, *Rl*: *R. losea*, *Rlu*: *R. lugens*, *Rm*: *R. marmosurus*, *Rmo*: *R. morotaiensis*, *Rn*: *R. nitidus*, *Rni*: *R. niviventer*, *Rno*: *R. norvegicus*, *Rr*: *R. rattus*, *Rs*: *R. sakeratensis*, *Rt*: *R. tanezumi*, *Rti*: *R. tiomanicus*, *Rx*: *R. xanthurus*, *Rsp*: *Rattus* sp., *Si*: *Sundamys infraluteus*, *Sm*: *S. muelleri*. ** espècies zoonòtiques del SEA (12).

En total s'han localitzat i revisat 144 referències de 9 països del SEA: Birmània (n=1), Cambodja (n=1), Filipines (n=17), Indonèsia (n=41), Laos (n=4), Malàisia (n=51), Singapur (n=1), Tailàndia (n=25) i Vietnam (n=7), que recullen un total de 126 espècies d'helminths identificades (2 acantocèfals, 14 cestodes, 82 nematodes, 1 pentastòmida i 27 trematodes) i 62 individus identificats a nivells superiors (veure Annex). Entre els treballs revisats, s'han agrupat les descripcions de noves espècies que s'han representat gràficament (Figura 9) per tal d'avaluar la tendència d'aparició d'aquestes descripcions al llarg del temps.

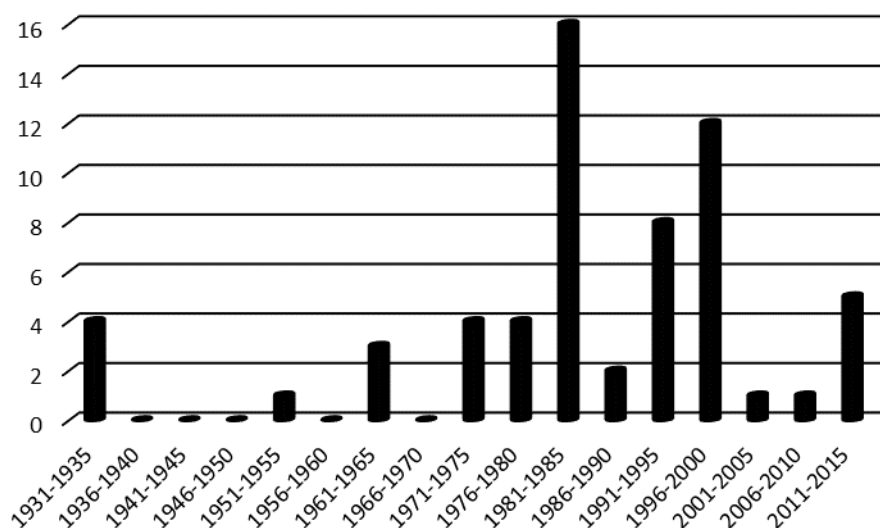


Figura 9: Nombre de descripcions d'espècies noves d'helminths de Murinae al SEA entre el 1931 i el 2015 (agrupat en períodes de 5 anys).

El nombre d'helminths relacionats amb Murinae és alt (més de 126 espècies), però encara estem lluny de poder conèixer tota la biodiversitat helmintiana (52). La descripció d'espècies noves no segueix un patró regular però no està en una fase decreixent. En el cas dels helminths grans (nematodes i trematodes) hi ha un major nombre d'espècies descrites ja que les característiques morfològiques d'aquests permeten diferenciar-les més fàcilment de les espècies ja conegudes, com es demostra amb les descripcions més recents (*Protospirura siamensis* Ribas *et al.*, 2012, *Breinlia* (*Breinlia*) *jittapalapongi* Veciana *et al.*, 2015, *Notocotylus loeiensis* Chaisiri, *et al.*, 2011 i *Aonchotheca yannickchavali* Veciana *et al.*, 2016). En relació als Trichostrongylidae, i als cestodes, la seva mida i fragilitat són una dificultat afegida a l'hora d'obtenir material prou bo i suficient per poder-los caracteritzar adequadament.

3. Justificació i objectius

A l'estudi de Chaisiri *et al.*, 2010 es fa referència a 7 helminths que no es van poder identificar a nivell d'espècie (7) en un escenari poc estudiat i d'elevada biodiversitat en relació als hosts Murinae. La hipòtesi de base és que aquesta situació s'explicaria per l'existència d'espècies d'helminth no descrites anteriorment o la presència d'espècies poc conegudes i, per tant, més difícils d'identificar. El desconeixement de la helmintofauna

de la zona ens proporciona un gran nombre d'opcions i de tipus d'estudi a realitzar. Aquesta hipòtesi també és aplicable a *S. murinus* ja que l'estudi de la seva helmintofauna també es troba en una situació de precarietat (només un estudi considera tot l'espectre helmintofaunístic al SEA (53)) que fa sospitar que hi ha molt per descobrir. Així, la situació particular de cada estudi que integra aquesta tesi doctoral genera una motivació i justificació diferent, que presentem tot seguit. En primer lloc presentem les descripcions d'espècies noves, en segon lloc els estudis que aporten noves dades (biogeogràfiques, mètriques, moleculars i morfològiques) d'espècies poc conegudes i, per últim, l'estudi de l'espectre helmíntic de *S. murinus*, seguint aquest esquema al llarg de tot el present document.

El gènere *Protospirura* (Spiruridae) és cosmopolita i, segons els estudis publicats a dia d'avui, està format per un total d'onze espècies a tot el món (distribuïdes a les regions zoogeogràfiques: Etiòpica, Australasiàtica, Oriental, Neàrtica, Neotropical i Paleàrtica) (54–56). Amb l'excepció de *Protospirura muricola* Geodelst, 1916 que té una distribució mundial, la majoria d'aquestes espècies tenen una distribució geogràfica limitada i al SEA s'ha referenciat sempre com a *Protospirura* sp. (46). Per aquests motius ens plantejem la hipòtesi de que de l'anàlisi de l'helminth Spiruridae trobat en rosegadors capturats a Tailàndia en derivi la descripció d'una espècie nova, a la que també podrien pertànyer els individus de *Protospirura* sp. no identificats en estudis anteriors.

El gènere *Breinlia* (Filarioidea) subgènere *Breinlia* està representat per 4 espècies al SEA (43). L'espècie amb una major distribució és *Breinlia* (*Breinlia*) *booliati* Singh i Ho, 1973 que es va descriure en *Rattus sabanus* (sin. *Leopoldamys sabanus*) a la península de Malàisia (57) i que posteriorment s'ha trobat en diversos múrids i zones de la península i les illes de Malàisia (43). Les altres 3 espècies del SEA (*Breinlia* (*Breinlia*) *manningi* Bain *et al.*, 1981; *Breinlia* (*Breinlia*) *spratti* Bain *et al.*, 1979 i *Breinlia* (*Breinlia*) *tinjili* Purnomo *et al.*, 1996) així com les dues de l'Índia (*Breinlia* (*Breinlia*) *petauristi* Chowattukunnel *et al.*, 1979 i *Breinlia* (*Breinlia*) *sergenti* (Mathis *et al.*, 1909) Petter, 1958) no s'han localitzat després de la seva descripció. La resta d'espècies de *Breinlia* descrites (en total 22) es troben a la zona Australasiàtica en monotremes, marsupials i múrids (58). La morfologia de la filària trobada en diferents espècies de rosegador de Laos la identificava amb el gènere *Breinlia*, però no coincidia amb cap de les espècies descrites anteriorment.

S'han descrit nou espècies del gènere *Aonchotheca* (Capillariidae) en rosegadors a nivell mundial. Aquest gènere és molt específic dels seus hostes (59) tot i que a vegades una mateixa espècie s'ha descrit en diferents famílies de mamífers. Al SEA, hi ha poques referències relacionades amb *Aonchotheca* en rosegadors, i en diverses ocasions els helmints no s'arriben a identificar a nivell d'espècie (26,28,29). S'ha trobat un helminth del gènere *Aonchotheca* del que la morfologia de l'apèndix vulvar de la femella ens ha portat a considerar el cas de trobar-nos davant d'una espècie nova.

El gènere *Physaloptera* també presenta en diverses ocasions i localitats del SEA problemes en relació a la seva identificació a nivell d'espècie (veure detall a Veciana *et al.*, 2013), de manera que també ens podem plantejar la hipòtesi que hem seguit fins al moment. En aquest cas però, no es tracta d'una espècie nova i, els nematodes extrets del rosegadors de Cambodja, Laos i Tailàndia, s'han identificat com a *Physaloptera ngoci* Le-Van-Hoa, 1961, que segueix sent l'única espècie descrita en Murinae del SEA. Així i tot, el nombre i la qualitat dels exemplars trobats ens han permès obtenir imatges de

microscòpia electrònica i realitzar noves mesures que amplien els coneixements anteriors sobre aquesta espècie. També s'han completat les dades biogeogràfiques, com la distribució i els hostes, a relacionar amb aquest helmint.

En total es coneixen 5 espècies d'angiostrongilid en Rodentia del SEA: *Angiostrongylus* (*Parastrongylus*) *cantonensis* (Chen, 1935) Dougherty, 1946, *Angiostrongylus* (*Parastrongylus*) *malaysiensis* (Bhaibulaya *et* Cross, 1971), *Angiostrongylus* (*Parastrongylus*) *siamensis* (Ohbayashi *et al.*, 1979), *M. diardinematus* i *Thaiostrongylus harinasutai* (Ohbayashi *et al.*, 1979) (37) i almenys una s'ha relacionat amb zoonosis detectades en centenars d'infeccions d'humans (60). Dels rosegadors de Laos, s'ha identificat una de les espècies menys conegudes, *M. diardinematus*, que es va descriure com a nou gènere de paràsit dels pulmons de *Rattus tanezumi* (sin. *Rattus rattus diardi*) de Malàisia. La descripció original no conté informació relativa al nombre i les espècies d'hostes estudiats, i *M. diardinematus* no s'ha trobat en cap altra publicació tot i que el seu hoste té una àmplia distribució geogràfica (23). Els estudis previs a nivell genètic es limiten a *A. (P.) cantonensis* (61,62) i *A. (P.) malaysiensis* (61). Així doncs, la troballa de *M. diardinematus* a Laos ens ha donat la possibilitat d'ampliar els coneixements d'aquest helmint a nivell morfològic, biogeogràfic i genètic.

El baix nombre d'estudis relacionats amb la musaranya asiàtica casolana *S. murinus* i el seu comportament comensal, ens porta a la necessitat de disposar de més informació en relació a l'helminntofauna d'aquest hoste. D'aquí, com hem dit anteriorment, en traiem la mateixa hipòtesi que hem relacionat amb Murinae, però també hi podem afegir la hipòtesi de trobar espècies zoonòtiques que no s'haguessin associat anteriorment amb aquest hoste.

La musaranya *S. murinus* és nativa del Sud i el Sud-est d'Àsia però s'ha anat introduint en àrees geogràfiques com el Japó o Àfrica (21). És una espècie comensal i es troba en zones properes als habitatges dels humans o zones on hi exerceixen activitats com els arrossars o els graners (5), fet que genera un interès en l'estudi d'aquests hostes per la seva possible relació amb malalties zoonòtiques. A la revisió bibliogràfica només s'ha trobat un estudi que consideri tot el rang helmíntic de *S. murinus* a la seva àrea natural (Taiwan) (53). La resta d'estudis, inclosos els realitzats en àrees d'introducció, es centren en un sol grup o gènere d'helminnts (63). Per aquest motiu s'ha fet una recopilació de tota la informació relacionada amb els paràsits de *S. murinus* en la seva àrea de distribució natural. Simultàniament, els individus capturats a Cambodja ens han permès fer un estudi de l'helminntofauna de *S. murinus* en aquesta àrea geogràfica.

Les hipòtesis fonamentades en la situació global i particular d'aquests helminnts i hostes, ens porten a un marc d'estudi en el que els objectius són els següents:

1. Augmentar el coneixement de la biodiversitat helmíntica de rosegadors del Sud-est asiàtic mitjançant la descripció d'espècies noves per a la ciència.
2. Incrementar el coneixement d'espècies d'helminnts de micromamífers del Sud-est asiàtic prèviament descrites però poc conegudes aportant noves dades biogeogràfiques, mètriques, moleculars i morfològiques i sobre l'associació amb els seus hostes.
3. Ampliar el coneixement de l'espectre helmíntic d'una espècie de micromamífer insectívor (*Suncus murinus*) donant les primeres dades faunístiques a Cambodja.

II. MATERIAL i MÈTODES

En aquest capítol procedirem a resumir el conjunt de la metodologia seguida al llarg de tots els treballs que formem part d'aquesta tesi doctoral i que es troba descrita en detall a les publicacions. Així doncs, englobem tot el procés d'obtenció de les mostres des del treball de camp per a l'obtenció dels hostes fins a la identificació específica dels helmints.

1. Obtenció dels hostes

Els helmints estudiats són endoparàsits que habiten els teixits (cavitat abdominal i òrgans interns) de micromamífers obtinguts per trampeig en diverses expedicions dutes a terme al SEA en diferents localitats de Cambodja, Laos i Tailàndia (veure Figura 10 i Taula 2).

País/Localitat	Coordenades (mitjana)	Any
CAMBODJA		
Mondolkiri (Mo)	12°02'24" N; 106°40'48" E	2009
Veal Renh (V)	10°42'36" N; 103°51'36" E	2009
LAOS		
Champasak (Cha)	15°19'41.39" N; 106°18'23"E	2008 – 2011
Lak Sip (L)	19°50'55"N; 102°10'4"E	2010 i 2012
Luang Prabang (Lu)	19°36'44"N; 102°2'41"E	2008 – 2012
TAILÀNDIA		
Buriram (Bu)	14°55'56.92"N; 103°6'26.66"E	2008 – 2011
Chiangrai (Chi)	19°50'38.11"N; 99°57'55.14"E	2008 – 2011
Kalasin (Kal)	16°39'45.13"N; 103°31'39.37"E	2008 – 2011
Loei (Lo)	17°26'44.50"N; 101°40'45.31"E	2008 – 2011
Nan (Na)	19°7'38.88"N; 100°54'33.70"E	2008 – 2011

Taula 2: Nom de les localitats, coordenades i anys de mostreig.

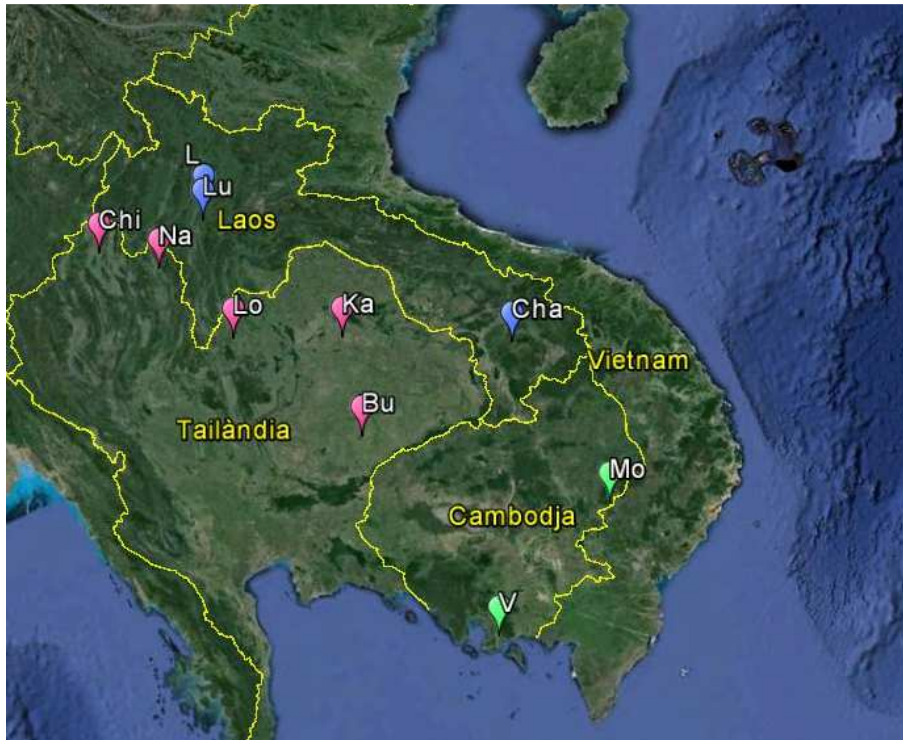


Figura 10: Localitats de mostreig (Cambodja: Mondolkiri = Mo, Veal Renh = V; Laos: Lak Sip = L, Luang Prabang = Lu, Champasak = Cha i Tailàndia: Chiangrai = Chi, Nan = Na, Loei = Lo, Kalasin = Ka, Buriram = Bu) (Imatge de Google Earth© modificada per M. Veciana).

Per a capturar els micromamífers s'utilitzen paranys amb un esquer adaptat a les seves preferències alimentàries. Principalment s'utilitza blat de moro, que és un element resistent a les formigues ja que un altre esquer seria ingerit en poques hores per aquestes. En els ambients forestals, al mateix esquer de blat de moro s'hi afegeix plàtan per tal que l'esquer sigui més "llaminer" degut a que la zona ofereix més variabilitat en la disponibilitat alimentària que en altres hàbitats. Les trampes utilitzades són de tipus *Sherman* (metàl·liques i plegables) (Figura 11) o de reixeta (Figura 12). L'ús d'una o altra es relaciona principalment amb qüestions de logística en el transport o en funció de la temperatura ambiental ja que els paranys de tipus *Sherman* al ser opacs poden escalfar-se molt i arribar a temperatures molt elevades. En alguns casos, però, prima la mida dels micromamífers que es pretén capturar. Per exemple, si es volen capturar espècies del gènere *Mus* s'utilitzaran les de tipus *Sherman* ja que, en ser més petits, alguns individus podrien escapar per l'entramat de la reixeta. En canvi, si es volen capturar espècies més grans com les del gènere *Bandicota* caldria utilitzar les de reixeta, ja que aquests rosegadors no cabrien als paranys de tipus *Sherman*.

Pel que fa a les preferències ecològiques dels rosegadors, s'ha considerat d'interès capturar animals en quatre tipus d'hàbitat: planes de secà (Figura 13), planes inundables (Figura 14), zones forestals o de cultiu perenne (Figura 15) i pobles o cases aïllades (Figura 16). El fet de considerar diferents tipus d'hàbitat és essencial per assegurar la captura de representants de la major part de gèneres possible. Cal tenir en compte que alguns gèneres, com *Leopoldamys*, no es troben a prop dels humans i habiten principalment zones boscoses, o al contrari que *Suncus* tendeixen a habitar zones properes als humans. També cal considerar que dins un mateix gènere podem trobar

variabilitat en les preferències d'hàbitat com, per exemple, les espècies del gènere *Rattus* que es poden trobar en cases i zones properes als humans (*Rattus andamanensis*, *Rattus exulans*, *Rattus norvegicus*), prop dels cultius d'arròs (*R. exulans*, *Rattus losea*, *Rattus nitidus*), en zones forestals (*R. andamanensis*, *Rattus tiomanicus*) o en zones de cultiu perenne (*R. andamanensis*) (24). Les localitats s'han escollit al atzar i per logística, però procurant que els punts de captura permetessin una probabilitat de captura alta així com cobrir al màxim el rang de latituds (tenint també en compte els hàbitats) per poder obtenir un mostreig representatiu de la diversitat d'hostes de la zona.

Per a procedir al trampeig pròpiament dit, es posen un total de 10 línies formades per 10 trapes cadascuna (en total 100) col·locades a 5 metres de distància entre elles. Cada 3 o 4 nits es desplacen les trapes, mantenint la disposició en línies, durant un total de 12 dies (Figura 17). Aquest procediment s'ha repetit a cada hàbitat (excepte en pobles o cases aïllades on es col·loquen uns 5 paranyes a cada casa que es revisen una única vegada) seguint els protocols definits (64). Durant la revisió de les trapes, aquelles que contenen micromamífers s'etiqueten indicant el lloc i la data de captura i es dóna una numeració formada per lletres (sigles de la localitat) i números (en funció de la línia i la numeració correlativa dels individus) que és única per a cada individu. Les trapes se substitueixen a la línia del trampeig i es transporten al laboratori de camp (Figura 18).



Figura 11: Trampa tipus Sherman (Imatge de I. Torre).



Figura 12: Trampa de reixeta (Imatge de A. Ribas).



Figura 13: Planes de secà. (Imatge de K. Chaisiri)



Figura 14: Planes inundables (Laos) (Imatge de V. Herbreteau).



Figura 15: Zona forestal (Laos) (Imatge de V. Herbreteau).



Figura 16: Casa aïllada (Tailàndia) (Imatge de A. Ribas).



Figura 17: Línia de trapes (Imatge de A. Ribas).



Figura 18: Laboratori de camp (Imatge de A. Ribas).

2. Identificació dels hostes

En el moment de la seva captura, els rosegadors s'identifiquen a nivell d'espècie a partir de les seves característiques morfològiques (patró de color i mesures del pes, mida total, cap, cua, orelles, etc.), segons els paràmetres descrits a les principals referències (22–24,65) (Figura 19). Un cop al laboratori, els individus que pertanyen a espècies més difícils d'identificar fenotípicament o en els que hi ha dubtes s'identifiquen amb eines genètiques com el *Barcode* que detecta seqüències genètiques del gen mitocondrial COI específiques de cada espècie (66). Per exemple: les diferents espècies del gènere *Mus*, la diferenciació entre *Leopoldamys edwardsi* i *L. sabanus* que es poden confondre fàcilment o la diferenciació entre *Bandicota savilei* i el subadult de *Bandicota indica* (24).

3. Dissecció dels hostes i obtenció dels helmints

Un cop identificats (o un cop agafades les mostres de melsa o teixit muscular per la seva identificació posterior amb mètodes genètics si fos necessari), es practica l'eutanàsia als hostes tancant-los en un recipient on s'introdueix un anestèsic actiu per via inhalada. Posteriorment es procedeix a la seva dissecció (Figura 20) i se n'extreuen tots els òrgans (Figura 21) seguint el protocol estàndard de la *American Veterinary Medical Association Council on Research* (64) per maximitzar el benestar dels animals, minimitzar el risc per a la salut de qui realitza la dissecció i generar mostres d'alta qualitat.

4. Preparació de les mostres

Les vísceres i òrgans extrets es posen en plaques de petri que contenen sèrum fisiològic i s'examinen minuciosament sota una lupa binocular amb l'ajut d'eines de dissecció (agulles emmanegades, bisturís, estisores, guants, pinces, pinzells, etc.). Amb l'ajut d'un pinzell, els helmints es recullen en plaques de petri que contenen etanol 70% (Figura 22) i després es posen en recipients tancats (tubs d'assaig amb tanca, tubs Eppendorf, vials, etc.) que contenen el mateix producte per tal de conservar-los (Figura 23).

- Mostres per microscòpia òptica

Els cestodes i nematodes es preparen per a la seva observació al microscopi amb lactofenol d'Amman entre porta i cobreobjectes, i s'observen passat el període de temps òptim per la seva clarificació (pot anar de minuts a hores segons el gruix de l'helminth). Per a l'observació de determinades estructures de la part cefàlica, amb l'ajut d'un bisturí es fan seccions de la part anterior i es munten, en posició frontal o lateral, entre portaobjectes i cobreobjectes amb lactofenol d'Amman. En el cas dels trematodes l'observació de les seves estructures és més fàcil després d'un procés de tinció, com per exemple amb Carmí acètic de Semichon o amb la tècnica de *Fast Green*. Un cop tenyits es munten posteriorment amb Bàlsam de Canadà entre porta i cobreobjectes.

- *Mostres per microscòpia electrònica*

En el cas de *B. (B.) jittapalapongi*, *P. siamensis* i *P. ngoci* s'ha utilitzat microscòpia electrònica de rastreig (*Scanning Electron Microscope*, SEM) com a tècnica complementària per a observar amb més detall i precisió algunes estructures morfològiques externes dels nematodes. Les mostres que s'observaran amb SEM requereixen un processament diferent. Els helmints recent extrets dels hostes es conserven en etanol 70% prèviament escalfat sense que arribi a la temperatura d'ebullició (a uns 70°C) o cacodilat refrigerat a 4°C segons les condicions siguin favorables a un o altre (per ex: si la dissecció i preparació dels helmints es fa al laboratori de camp, les condicions no seran òptimes per a utilitzar cacodilat refrigerat). Un cop al laboratori de la Unitat de Microscòpia (Facultat de Medicina, Centres Científics i Tecnològics de la UB), les mostres es preparen segons els protocols (rentats amb cacodilat de sodi, bany amb tetraòxid d'osmi, deshidratació en sèrie d'alcohols de graduació creixent, assecat i muntatge amb plata i platí) per a poder ser observades al SEM.

5. Caracterització morfològica dels helmints: mesures i imatge

L'observació dels helmints amb tècniques microscòpiques és essencial per a la identificació de cada espècie, que es farà a partir de l'observació de la morfologia general i dels òrgans, així com mitjançant la realització de mesures d'aquestes estructures en general i en detall. Així doncs, les mesures, les il·lustracions i les fotografies són les eines que ens permeten identificar i/o descriure els helmints en base a la seva morfologia seguint claus d'identificació taxonòmica així com considerant les descripcions originals o re-descripcions de les diferents espècies.

- *Mesures*

Pel que fa la identificació o descripció dels helmints, s'han realitzat mesures micromètriques amb una càmera digital Tucsen acoblada a un microscopi òptic i associada a un programa informàtic. S'han realitzat el màxim nombre de mesures en relació a les característiques morfològiques de l'helminth així com al nombre d'individus mesurats. En tots els casos les mesures són en micròmetres (excepte si s'indica una altra unitat) i es presenta el rang seguit de la mitja entre parèntesi.

- *Il·lustracions i fotografies de microscòpia òptica*

La imatge d'un helminth és una eina que permet visualitzar clarament i amb detall les estructures morfològiques i que ens permet completar les descripcions morfològiques i la identificació d'aquest. La il·lustració és una tècnica més clàssica i tradicional, que encara es considera essencial a l'hora de descriure noves espècies per tal de mostrar una imatge més esquemàtica i neta de les estructures morfològiques dels helmints. Les il·lustracions s'han fet amb l'ajuda d'una càmera lúcida acoblada al microscopi òptic

(Figura 24) i les fotografies s'han realitzat amb una càmera digital Tucsen acoblada a un microscopi òptic i associada a un programa informàtic (Figura 25).

- Fotografies de microscòpia electrònica

Les fotografies en microscòpia electrònica de *B. (B.) jittapalapongi*, *P. siamensis* i *P. ngoci* permeten obtenir un gran detall de les estructures morfològiques superficials dels helmints. És una tècnica de la qual s'obtenen imatges de gran qualitat, amb un grau de precisió molt elevat. En aquest cas s'han realitzat amb un microscopi electrònic de rastreig de tipus Zeiss DSM 940A amb un voltatge d'acceleració de 15 kV.

6. Classificació filogenètica d'helmints amb tècniques moleculars

Amb l'anàlisi molecular de *M. diardinematus*, hem volgut completar els estudis genètics previs de la família dels Angiostrongilids. El principal interès era confirmar la seva categorització com a gènere (*Malayometastrongylus*) i aclarir la seva posició en relació als altres representants de la família. La complexa metodologia d'aquest procediment està extensament descrita a l'article publicat en relació a aquest paràsit (37).

7. Dipòsit d'espècimens

S'han dipositat exemplars tipus (holotip, al·lotip i paratips) de les espècies noves (*A. yannickchavali*, *B. (B.) jittapalapongi* i *P. siamensis*) i d'una de les espècies que s'han re-descriu (*P. ngoci*) a la col·lecció del Museu de Ciències Naturals de Barcelona. A la Taula 3 es recullen els codis de registre per a cada individu dipositat. El dipòsit d'espècimens permet tenir-los disponibles fàcilment en el cas de voler fer estudis complementaris de les espècies en qüestió. És també una manera de garantir la conservació de les espècies i permetre que estiguin a l'abast de tota la comunitat científica.

	<i>A. yannickchavali</i>	<i>B. (B.) jittapalapongi</i>	<i>P. ngoci</i>	<i>P. siamensis</i>
Holotip	(m) MZB 2015-8453	(m) MZB 2014 2124	-	(m) MZB 2011 0921
Al·lotip	(f) MZB 2015-8457	(f) MZB 2014 2129	-	(f) MZB 2011 0925
Paratip 1	(m) MZB 2015-8452	(m) MZB 2014 2125	(f) MZB 2013 0019	(m) MZB 2011 0922
Paratip 2	(m) MZB 2015-8454	(m) MZB 2014 2126	(f) MZB 2013 0020	(m) MZB 2011 0923
Paratip 3	(m) MZB 2015-8455	(m) MZB 2014 2127	(m) MZB 2013 0021	(m) MZB 2011 0924
Paratip 4	(f) MZB 2015-8456	(m) MZB 2014 2128	(m) MZB 2013 0022	(f) MZB 2011 0926
Paratip 5	(f) MZB 2015-8458	(f) MZB 2014 2130	-	(f) MZB 2011 0927
Paratip 6	(f) MZB 2015-8459	(f) MZB 2014 2131	-	(f) MZB 2011 0928
Paratip 7	-	(f) MZB 2014 2132	-	(f) MZB 2011 0929
Paratip 8	-	(f) MZB 2014 2133	-	-

Taula 3: Recull de codis de registre dels individus dipositats al Museu de Ciències Naturals de Barcelona. (m: mascle, f: femella).

8. Recerca bibliogràfica

Al llarg d'aquesta tesi s'han fet dues recopilacions de dades bibliogràfiques. D'una banda s'ha fet una recopilació de tots els articles relacionats amb *S. murinus* a Àsia (63), i d'altra banda s'ha fet una recopilació de tots els estudis d'helminths de rosegadors de la subfamília Murinae al SEA (veure Annex). Hem creat una base de dades que conté la informació referent als hostes i paràsits extreta o bé de les publicacions originals (si s'ha pogut accedir al document complet) o bé a partir de les dades que estan citades en altres publicacions (si no s'ha pogut arribar a la font original).

L'àrea geogràfica considerada al SEA està constituïda pels següents països: Birmània, Brunei, Cambodja, Timor Est, Filipines, Indonèsia, Laos, Malàisia, Singapur, Tailandia i Vietnam dels que s'ha exclòs l'illa de Papua Nova Guinea ja que en aquesta, la diversitat de la població de Murinae està hipotèticament afectada per l'absència de depredadors (8) pel que la fauna d'aquesta zona es troba en una situació diferent i no seria representativa de la regió de SEA.

Per a fer la recerca bibliogràfica s'han utilitzat diferents bases de dades gestionades per institucions científiques com l'*Institute for Scientific Information (WoK)* (67), la *U.S. National Library of Medicine (Medline)* (68), el *Natural History Museum of London (Host-Parasite Database)* (6) i Elsevier (*ScienceDirect*) (69), així com els cercadors "Google academic" i "Google". Les cerques s'han fet en anglès, utilitzant paraules clau relacionades amb els paràsits, les localitats i els hostes.

Les revistes científiques antigues, amb un factor d'impacte baix o nul i de publicació i llengua local, podrien ser obviades a les bases de dades que es centren en revistes científiques indexades. Aquest possible biaix en la cerca d'articles publicats ens ha portat a fer una revisió exhaustiva de les publicacions revisant la bibliografia citada als articles per tal de detectar referències que no es trobin en aquestes bases de dades. En relació a les referències relacionades amb Murinae, també s'han revisat manualment tots els volums del *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* ja que aquesta revista no té disponible una base de dades de continguts en línia.



Figura 19: Presa de mides d'un rosegador. (Fotografia de A. Ribas)



Figura 20: Dissecció d'un rosegador. (Fotografia de A. Ribas)



Figura 21: Extracció de les vísceres d'un rosegador. (Fotografia de A. Ribas)

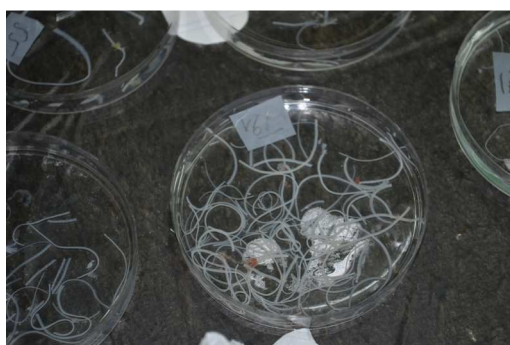


Figura 22: Cestodes en plaques de petri. (Fotografia de A. Ribas)



Figura 23: Helminths en tubs d'assaig. (Fotografia de A. Ribas)



Figura 24: Microscopi òptic amb càmera lúcida acoblada. (Fotografia de M. Veciana)



Figura 25: Microscopi òptic acoblat a una càmera digital Tucsen. (Fotografia de M. Veciana)

III. RESULTATS

1. *Protospirura siamensis* n. sp. (Nematoda: Spiruridae) from rodents in Thailand.

Autors: Alexis Ribas, Marina Veciana, Kittipong Chaisiri i Serge Morand

Any: 2012

Revista: *Systematic Parasitology* (Factor d'impacte 2012: 1,26)

Número: 82

Volum: 1

Pàgines: 21-27

- *Resum i paraules clau*

Un total de 828 rosegadors de nou gèneres diferents (*Bandicota*, *Berylmys*, *Chiropodomys*, *Hapalomys*, *Leopoldamys*, *Maxomys*, *Mus*, *Niviventer* i *Rattus*) s'han atrapat i estudiat en quatre províncies de Tailàndia entre el 2008 i el 2010. S'ha identificat i descrit una espècie nova de *Protospirura*, *Protospirura siamensis* n. sp. (Nematoda: Spiruridae). Aquest nematode s'ha trobat en 10 espècies de rosegador de les quatre províncies de Tailàndia examinades. La nova espècie es pot diferenciar de les altres espècies conegudes del gènere, per la distribució de les papil·les, la morfologia i llargada de les espícules del mascle. Aquesta és la primera espècie de *Protospirura* que es descriu al Sud-est asiàtic.

Paraules clau: *Protospirura*, Rodentia, Spiruridae, Tailàndia

Protospirura siamensis n. sp. (Nematoda: Spiruridae) from rodents in Thailand

Alexis Ribas · Marina Veciana ·
Kittipong Chaisiri · Serge Morand

Received: 29 June 2011 / Accepted: 4 November 2011
© Springer Science+Business Media B.V. 2012

Abstract A large number (828) of rodents belonging to nine genera (*Bandicota*, *Berylmys*, *Chiropodomys*, *Hapalomys*, *Leopoldamys*, *Maxomys*, *Mus*, *Niviventer* and *Rattus*) were trapped in four Thai provinces between 2008 and 2010. A new species of *Protospirura* (Nematoda: Spiruridae) was identified and described. *Protospirura siamensis* n. sp. was found in 10 rodent species from the four Thai provinces surveyed. The new species can be distinguished from known species of the genus by the arrangement of the papillae on the male and the morphology and length of the spicules. This is the first species of *Protospirura* to be described from South-East Asia.

A. Ribas (✉) · M. Veciana
Department of Parasitology, Faculty of Pharmacy,
Universitat de Barcelona, Av. Diagonal s/n,
08028 Barcelona, Spain
e-mail: aribas@ub.edu

A. Ribas
Biodiversity Research Institute (IRBIO), Faculty of
Biology, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal 645,
08028 Barcelona, Spain

K. Chaisiri
Department of Helminthology, Faculty of Tropical
Medicine, Mahidol University, Bangkok 10400, Thailand

S. Morand
Institut des Sciences de l'Évolution, UMR 5554
CNRS-IRD-UM2, CC65, Université de Montpellier 2,
34095 Montpellier, France

Introduction

The cosmopolitan nematode genus *Protospirura* Seurat, 1914 is represented by 11 species of rodent parasites; nine of these were included in a review by Hasegawa (1990) and the other two, *P. mexicana* Falcón & Sanabria, 1995 from Mexico and *P. kaindiensis* Smales, 2001 from Papua New Guinea, have been described subsequently. With the exception of *P. muricola* Geodest, 1916, which has a worldwide distribution (see Smales et al., 2009, for a review of hosts and localities), all of these species have limited geographical ranges.

According to a review by Chaisiri et al. (2010a), the helminths of South-East Asian rodents have been investigated in 31 studies; to this can be added a recent study of the helminths of *Rattus tanezumi* (Temmink) in Thailand by Chaisiri et al. (2010b). Of these 32 studies, only three report the presence of specimens of *Protospirura*. One study recovered *P. muricola* in the Philippines from the peridomestic *Rattus norvegicus* (Berkenhout) (Tubangui, 1931), whereas, in wild species, Singh & Cheong (1971) surveyed nematode infections in Malaysian rats (*Rattus* spp.) and recorded the presence of “*Protospirura-Mastophorus* spp.” without giving further details of their possible attribution as species of one or both of these genera. The third study, carried out by Chaisiri et al. (2010b), reported an unnamed species of *Protospirura* in *R. tanezumi* from Thailand. In addition, Betterton (1979) (not included in the review of

Chaisiri et al., 2010b) found a *Protospirura* sp. in rodents from the Malaysian tropical rain forests. Thus, to date, little is known about *Protospirura* spp. in South-East Asian rodents.

As part of the CERoPath (Community Ecology of Rodents and their Pathogens in a Changing Environment) Project, rodents were captured in four provinces of north-east Thailand during the period 2008–2010. A species of *Protospirura* differing from previously described forms was recovered and is described below.

Materials and methods

Rodents were trapped in several localities in Thailand with locally made cage-traps or baited Sherman traps. Trapping was undertaken in four main landscape categories: built-up areas, flood plains, dry land, and forested and perennial cultivated areas (including forests and mature plantations). In each sampling locality, 10 trap lines (each composed of 10 traps placed 5 metres apart) were set for 12 nights. Trap lines were moved every fourth night. A complementary trapping was organised in villages or isolated houses, with five traps in each house. Traps containing rodents were labelled to indicate the place and the date of capture and then transported to the laboratory. Trapped rodents were identified to species using morphology or primer specific and/or barcoding assignments [accessible in the ‘Barcoding Tool/RodentSEA’ section of the CERoPath project web site

(www.ceropath.org)]. These animals were humanely killed and dissected to collect various organs following protocols which maximise animal care, the health of the field parasitologists and the generation of quality data [more detailed information is available in the CERoPath project web site (www.ceropath.org)].

Rodent viscera were examined under a stereomicroscope and any helminth parasites collected. Nematode specimens were fixed and preserved in 70% ethanol, cleared in lactophenol and examined as wet mounts. Hand-cut sections of the anterior end were mounted in lactophenol on slides *en face*.

Illustrations were made with the aid of a drawing tube. Measurements are in micrometres (except where indicated) and are listed as the range followed by the mean in parenthesis of holotype and paratypes samples. As part of the study, specimens of *Protospirura* sp., collected by Chaisiri et al. (2010b) from *Rattus tanezumi* in Thailand, were re-examined.

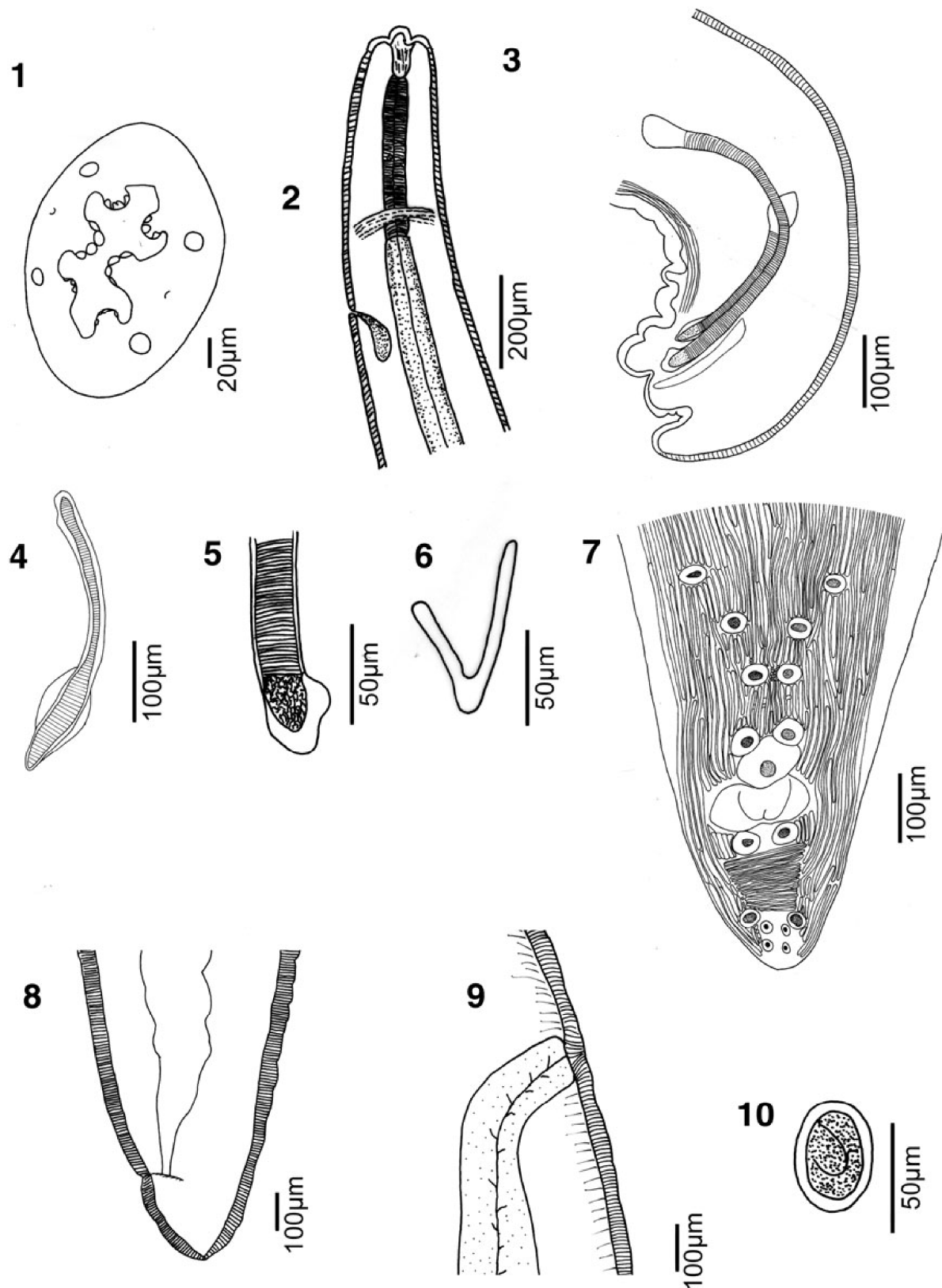
A scanning electron microscope (SEM) was also used to obtain details of the nematodes. Worms fixed in 70% ethanol were critical point-dried, mounted on SEM studs and coated with a thin layer of platinum before being examined with a Zeiss DSM 940A scanning electron microscope at an accelerating voltage of 15 kV.

Results

Specimens of the new species of *Protospirura* were recovered from all four Thai provinces surveyed

Table 1 Prevalence (%) and number of examined rodents (n) which harboured *Protospirura siamensis* n. sp. in the four Thai study sites

	Buriram	Kalasin	Loei	Nan	Total
<i>Bandicota indica</i> (Bechstein)	4.35% (n = 23)	12.12% (n = 33)	6.25% (n = 16)	1.19% (n = 84)	4.49% (n = 156)
<i>Berylmys berdmorei</i> (Blyth)	–	–	0% (n = 9)	20% (n = 10)	10.53% (n = 19)
<i>Berylmys bowersi</i> (Anderson)	–	–	0% (n = 22)	33.33% (n = 3)	4% (n = 25)
<i>Mus caroli</i> Bonhote	–	100% (n = 1)	–	12.12% (n = 33)	14.71% (n = 34)
<i>Mus cervicolor</i> Hodgson	22.22% (n = 9)	84.62% (n = 13)	17.86% (n = 28)	0% (n = 14)	28.13% (n = 64)
<i>Mus cookii</i> Ryley	–	–	14.89% (n = 47)	4.55% (n = 22)	11.59% (n = 69)
<i>Mus</i> sp.	–	50% (n = 2)	–	–	50% (n = 2)
<i>Rattus exulans</i> Peale	5.13% (n = 39)	4.35% (n = 23)	0% (n = 47)	0% (n = 38)	2.04% (n = 147)
<i>Rattus losea</i> (Swinhoe)	–	0% (n = 1)	1.14% (n = 88)	–	1.12% (n = 89)
<i>Rattus tanezumi</i> (Temminck)	0% (n = 13)	37.04% (n = 27)	2.86% (n = 35)	0% (n = 20)	11.58% (n = 95)
Total	5.95% (n = 84)	27.18% (n = 103)	3.60% (n = 417)	4.02% (n = 224)	6.88% (n = 828)



Figs. 1–10 *Protospirura siamensis* n. sp. 1. Cephalic extremity, latero-apical view. 2. Anterior end. 3. Male posterior end showing gubernaculum, lateral view. 4. Right spicule, lateral view. 5. Left spicule, lateral view. 6. Gubernaculum, frontal view. 7. Posterior part of male, ventral view. 8. Posterior part of female, lateral view. 9. Vulva, lateral view. 10. Uterine eggs

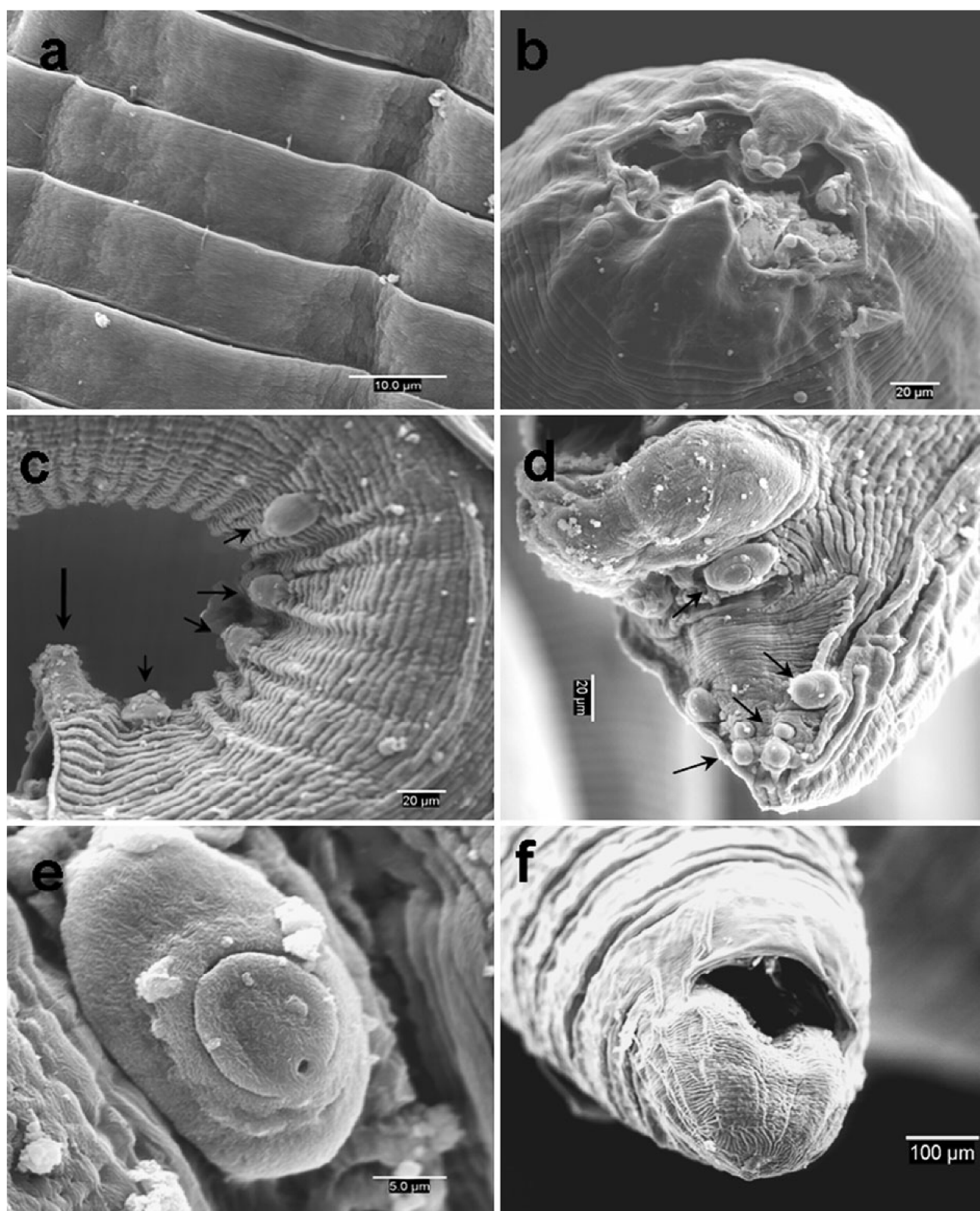


Fig. 11 *Protospirura siamensis* n. sp., SEM micrographs. a. Cuticle; b. Anterior end; c. Male posterior end, small black arrows indicate symmetrically paired preloacal papillae, larger arrow indicates single preloacal papilla; d. Male posterior end, black arrows indicate symmetrically paired postloacal papillae; e. Papilla; f. Ventral view of female posterior end

(mean coordinates in parenthesis): Loei (17°26'44.50"N; 101°40'45.31"E), Nan (19°7'38.88"N; 100°54'33.70"E) and Buriram (14°55'56.92"N; 103°6'26.66"E) in 2008; and Kalasin (16°39'45.13"N; 103°31'39.37"E) in 2010. The general prevalence of this species was 6.9% in the 828 rodents examined. The host spectrum was wide, as 10 of the 20 species of rodents studied harboured this spirurid. The results from the infected hosts are summarised in Table 1. This nematode was not found in *Bandicota savilei* Thomas (n = 21), *Chiropodomys gliroides* (Blyth) (n = 2), *Hapalomys delacouri* Thomas (n = 1), *Leopoldamys edwardsi* (Thomas) (n = 12), *L. neilli* (Marshall) (n = 1), *Maxomys surifer* (Miller) (n = 22), *Mus fragilicauda* Auffray et al. (n = 1), *Niviventer fulvescens* (Gray) (n = 66), *Rattus andamanensis* Blyth (n = 1) or *R. argentiventer* (Robinson & Kloss) (n = 1).

Measurements are provided below for specimens from the type-host, *Bandicota indica* (Bechstein), in which the nematode samples were best preserved. The prevalences of this and other hosts are included in Table 1. The distribution and number of caudal papillae and spicule shape in the male allowed us to assign the specimens to *Protospirura siamensis* n. sp.

***Protospirura siamensis* n. sp.**

Type-host: Bandicoot-rat *Bandicota indica* (Bechstein) (Rodentia: Muridae).

Other hosts: *Berylmys berdmorei* (Blyth), *B. bowersi* (Anderson), *Mus caroli* Bonhote, *M. cervicolor* Hodgson, *M. cookii* Ryley, *Mus* sp., *Rattus exulans* Peale, *R. losea* (Swinhoe) and *R. tanezumi* (Temmink) (See Table 1).

Site: Stomach.

Type-locality: Nan Province, Thailand (19°07'38.88"N; 100°54'33.70"E).

Other localities: Buriram, Kalasin and Loei Provinces, Thailand (see above and Table 1).

Type-material: Holotype male (MZB 2011-0921), allotype female (MZB 2011-0925), three male paratypes (MZB 2011-0922–0924) and four female paratypes (MZB 2011-0926–0929) deposited in the Museu de Ciències Naturals de Barcelona (Natural Science Museum of Barcelona).

Etymology: The species is named after Siam (the former name of Thailand), where the material was collected.

Description (Figs. 1–11)

General. Nematoda, Spiruroidea, Spiruridae, Spirurinae, *Protospirura*. Large, stout worms. Cuticle thick, with transverse striations (Fig. 11a). Anterior extremity with highly developed pseudolabia raised above oral opening. Oral opening dorsoventrally elongate, surrounded by 2 larger lateral and 4 smaller submedian elevations, each with 4 denticles. Four large submedian, 2 subdorsal and 2 subventral, cephalic papillae in cuticular depressions (Fig. 1, 11b). Small labial papillae not observed. Pharynx thick-walled, laterally compressed. Oesophagus divided into anterior muscular and posterior glandular portions. Nerve-ring surrounds posterior part of muscular portion of oesophagus. Excretory pore slightly posterior to nerve-ring (Fig. 2). Deirids small, anterior to nerve-ring. Phasmids subterminal.

Male. Length 18.23–23.48 (20.95) mm, width at mid-body: 443–690 (559). Head diameter 141–143.5 (142.2). Pharynx 77–87 (81.8) long. Muscular portion of oesophagus 334.5–391.5 (361.6) long, 51.5–82.5 (71.3) wide; glandular portion of oesophagus 3.09–6.7 (4.78) mm long, 154.5–195.5 (173.1) wide. Nerve-ring 340–455.5 (391) and excretory pore 463.5–577 (521.5) from anterior extremity. Caudal alae thick. Posteroventral surface ornamented with numerous longitudinal precloacal striae and irregular transverse postcloacal patterns. Spicules markedly dissimilar in length and sheath morphology; left spicule 348–380 (368.7) long; right spicule 469–701 (572.6) long (Fig. 3); each spicule enclosed in sheath which is clearly visible when they are extended; sheath of left spicule larger, with pointed distal end (Fig. 4); sheath of right spicule rounded, irregular in shape and less voluminous (Fig. 5). Gubernaculum 128–138 (134.4) long in lateral view (Fig. 6), V-shaped, with right 'arm' larger than left. Four or 5 pairs of precloacal papillae, single unpaired large papillae on anterior anal lip and 4 pairs of postcloacal papillae, 2 large and 2 small (Figs. 7, 11c–e). Tail conical, 241–272 (253) long, with blunt tip.

Female. Length 31.4–48.7 (38.8) mm, width at mid-body 947.5–1,009.5 (980.6). Head diameter 180–226 (202.8). Pharynx 75–119.5 (90.3) long. Muscular portion of oesophagus 347–417 (373.8) long, 98–141 (117.6) wide; glandular portion of oesophagus 3.6–7.0 (5.4) mm long, 237–268 (254.9) wide. Nerve-ring 362.5–502.5 (432.5) and excretory pore 536.5–621 (565.4) from anterior extremity (Figs 8, 11f). Vulva without ornamentation, 1.64–3.6 (2.54) mm from posterior extremity (Fig. 9). Vagina directed backwards. Tail conical, 251–306 (277.7) long. Eggs elliptical, embryonated, 40–54.5 (46.8) × 29–43 (34.8) (n = 100) (Fig. 10).

Discussion

This new nematode can be differentiated from its congeners by the number of postcloacal papillae. *Protopirura siamensis* n. sp. has four pairs, whereas the following species have more papillae: *P. anopla* Kreis, 1938, *P. armeniana* Aloján, 1951, *P. chabaudi* Vuylsteke, 1964, *P. kaindiensis* Smales, 2001, *P. muricola* Geodest, 1916, *P. numidica criceticola* Quentin, Karimi & Rodriguez de Almeida, 1968, *P. numidica numidica* Seurat, 1914, *P. peromysci* Babero & Matthias, 1967, *P. pseudomuris* Yokohata & Abe, 1989 and *P. suslica* Schulz, 1916. A similar number of postcloacal papillae has been observed only in *P. okinavensis* Hasegawa, 1990 and *P. mexicana* Falcón & Sanabria, 1995.

P. siamensis can be differentiated from *P. okinavensis* by the number of precloacal papillae and their distribution. In *P. siamensis* four or five pairs of symmetrical precloacal papillae are present, whereas *P. okinavensis* has five or six pairs of asymmetrically arranged papillae. Another difference concerns the spicule sheath of *P. siamensis*, which *P. okinavensis* does not possess. Furthermore, the gubernaculum is triangular in ventral view in *P. okinavensis* but V-shaped in *P. siamensis*.

In the case of *P. mexicana*, differences are related to the postcloacal papilla, which were described by Falcón & Sanabria (1995) as arranged in three pairs plus one pair of (smaller) distal papillae, whereas in *P. siamensis* there is one pair (the largest) immediately posterior to the cloaca and three pairs of distal papillae (one large and two smaller pairs). Other relevant differences are the presence of caudal alae in *P. mexicana* and the right spicule being shorter than

the left, whereas in *P. siamensis* there are no caudal alae and, as in other *Protopirura* spp., the right spicule is longer than the left.

The new species differs from the cosmopolitan *P. muricola*, in addition to the different number of postcloacal papillae indicated above, by the shape of the gubernaculum (V-shaped in *P. siamensis* vs triangular in *P. muricola*) and the difference in size between the right and left spicules (the right twice the length of the left in *P. siamensis* vs nearly equal in *P. muricola*; see Smales et al., 2009).

The innominate species reported by Chaisiri et al. (2010b) from *Rattus tanezumi* in Thailand can be assigned to *P. siamensis*, as this material was examined during the present study, whereas the *Protopirura* sp. reported by Betterton (1979) from rodents in Malaysia remains *incertae sedis*, as this material, if it exists, has not been examined.

The finding of this new species of *Protopirura*, the first described from rodents in continental South-East Asia, increases the current species diversity of this genus and suggests that a greater screening effort of wild rodents could lead to the discovery of further species.

Acknowledgements This study was supported by the French ANR Biodiversity ANR 07 BDIV 012, project CERoPath (Community ecology of rodents and their pathogens in a changing environment). A. Ribas was partly supported by 2009-SGR-403 of the Government of Catalonia, Spain.

References

- Betterton, C. (1979). The intestinal helminths of small mammals in the Malaysian tropical rain forest: patterns of parasitism with respect to host ecology. *International Journal for Parasitology*, 9, 313–320.
- Chaisiri, K., Chaeychomsri, W., Siruntawinetti, J., Bordes, F., Herbreteau, V., & Morand, S. (2010a). Human-dominated habitats and helminth parasitism in South-east Asian murids. *Parasitology Research*, 107, 931–937.
- Chaisiri, K., Chaeychomsri, W., Siruntawinetti, J., Ribas, A., Herbreteau, V., & Morand, S. (2010b). Gastrointestinal helminth infections in Asian house rats (*Rattus tanezumi*) from northern and northeastern Thailand. *Journal of Tropical Medicine and Parasitology*, 33, 29–35.
- Falcón, J., & Sanabria, M. A. (1995). Especie nueva del género *Protopirura* (Nemata: Spiruridae) de *Peromyscus difficilis* (Rodentia: Cricetidae) de Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 66, 17–26.
- Hasegawa, H. (1990). *Protopirura okinavensis* sp. n. (Nematoda: Spiruridae) from *Mus caroli* on Okinawa Island, Japan. *Journal of Helminthology*, 57, 153–156.

- Singh, M., & Cheong, C.-H. (1971). On a collection of nematode parasites from Malayan rats. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 2, 516–522.
- Smales, L. R., Harris, P. D., & Behnke, J. M. (2009). A redescription of *Protopirura muricola* Gedoelst, 1916 (Nematoda: Spiruridae), a parasite of murid rodents. *Systematic Parasitology*, 72, 15–26.
- Tubangui, M. A. (1931). Worm parasites of the brown rat (*Mus norvegicus*) in the Philippine Islands, with a special reference to those forms that may be transmitted to human beings. *Philippine Journal of Science*, 46, 537–592.

2. *Breinlia (Breinlia) jittapalapongi* n. sp. (Nematoda: Filarioidea) from the Asian house rat *Rattus tanezumi* Temminck in Lao PDR

Autors: Marina Veciana, Odile Bain, Serge Morand, Kittipong Chaisiri, Bounneuang Douangboupha, Jordi Miquel i Alexis Ribas

Any: 2015

Revista: *Systematic Parasitology* (Factor d'impacte 2014: 1,336)

Número: 90

Volum: 3

Pàgines: 237-245

- *Resum i paraules clau*

Una nova espècie de filària del gènere *Breinlia* Yorke *et* Maplestone, 1926 (Nematoda: Filarioidea) s'ha descrit en rosegadors a Laos i en funció de la seva morfologia es col·loca en el subgènere *Breinlia*. *Breinlia (Breinlia) jittapalapongi* n. sp. s'ha trobat a la rata asiàtica casolana (*Rattus tanezumi* Temminck) i la rata de Sikkim (*Rattus andamanensis* Blyth) en dues localitats (Luang Prabang i Champasak). La nova espècie es distingeix de tots els altres congèneres, que es distribueixen entre Australàsia (vint-i-dues espècies), el sud-est d'Àsia (quatre espècies) i l'Índia (dues espècies), per les següents característiques dels mascles: la forma i la mida del governacle, la longitud de les espícules, el patró de les papil·les de l'extrem caudal i la presència de l'anell esclerotitzat a la càpsula bucal. Aquesta és la cinquena espècie de *Breinlia* descrita al Sud-est d'Àsia.

Paraules clau: *Breinlia*, Filarioidea, Lao PDR, *Rattus*

***Breinlia (Breinlia) jittapalapongi* n. sp. (Nematoda: Filarioidea) from the Asian house rat *Rattus tanezumi* Temminck in Lao PDR**

Marina Veciana · Odile Bain · Serge Morand ·
Kittipong Chaisiri · Bounneuang Douangboupha ·
Jordi Miquel · Alexis Ribas

Received: 6 November 2014 / Accepted: 20 December 2014
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2015

Abstract A new species of filarioid nematode of the genus *Breinlia* Yorke & Maplestone, 1926 (Nematoda: Filarioidea) is described from rodents in Lao PDR and according to its morphology, is placed in the subgenus *Breinlia*. *Breinlia (Breinlia) jittapalapongi* n. sp. occurs in the Asian house rat (*Rattus tanezumi* Temminck) and the Sikkim rat (*Rattus andamanensis* Blyth) and is reported from two localities (Luang Prabang and Champasak). The new species can be distinguished from all other congeners, which are mostly distributed in Australasia (twenty-two species), South East Asia (four species) and India (two species), by the following characters of the males: shape and size of gubernaculum, length of spicules, pattern of cloacal papillae and presence of sclerotised

ring in the buccal capsule. This is the fifth species of *Breinlia* described from South East Asia.

Introduction

The genus *Breinlia* Yorke & Maplestone, 1926 (Filarioidea) subgenus *Breinlia* is represented by four species in South East Asia (SEA). The species with broadest distribution is *Breinlia (Breinlia) booliati* Singh & Ho, 1973 described in peninsular Malaysia from *Rattus sabanus* Marshall (syn. *Leopoldamys sabanus* Thomas) (Muridae) (Singh & Ho, 1973). Subsequently, this species has been recorded in several murid rodents throughout peninsular Malaysia: *Rattus*

M. Veciana · J. Miquel · A. Ribas (✉)
Laboratory of Parasitology, Faculty of Pharmacy,
University of Barcelona, 08028 Barcelona, Spain
e-mail: alexisribas@hotmail.com

O. Bain
Muséum National d'Histoire Naturelle, Parasitologie
Comparée, UMR 7205, Paris, France

S. Morand
Institut des Sciences de l'Evolution, CNRS-IRD-UM2,
CC065, Université de Montpellier 2, 34095 Montpellier,
France

S. Morand
Centre d'Infectiologie Christophe Mérieux du Laos,
Vientiane, Lao PDR

K. Chaisiri
Department of Helminthology, Faculty of Tropical
Medicine, Mahidol University, Bangkok 10400, Thailand

B. Douangboupha
National Agriculture & Forestry Research Institute
(NAFRI), Vientiane, Lao PDR

A. Ribas
Biodiversity Research Group, Faculty of Science, Udon
Thani Rajabhat University, Udon Thani 41000, Thailand

exulans Peale, *Rattus cremoriventer* Marshall (syn. *Niviventer cremoriventer* Miller), *Rattus muelleri* Marshall (syn. *Sundamys muelleri* Jentink), *Rattus rajah* Marshall (syn. *Maxomys rajah* Thomas), *R. sabanus*, *Pithecheir parvus* Kloss and *Rattus surifer* (syn. *Maxomys surifer*) (state not defined, see Lim et al., 1975); *Rattus rattus jalorensis* Wilson (syn. *Rattus tiomanicus* Miller) (Muridae) (Pahang state, see Tucker et al., 2003); *Callosciurus notatus* Boddaert (Sciuridae) (Selangor state, see Bain et al., 1979); *Pithecheir parvus* Kloss, *R. cremoriventer* (syn. *N. cremoriventer*), *R. exulans*, *R. muelleri* (syn. *S. muelleri*), *R. rajah* (syn. *M. rajah*) and *R. sabanus* (Trengganu state, see Lim & Wah, 1974); and in insular Malaysia (Sarawak state): *R. cremoriventer* (syn. *N. cremoriventer*), *R. muelleri* (syn. *S. muelleri*) and *R. sabanus* (Wah & Lim, 1974). In Indonesia this nematode has been reported in *R. tiomanicus* (see Chabaud & Bain, 1976; Lim et al., 1978).

The other three congeners from SEA and two from India have been recorded only from their original descriptions: *Breinlia* (*Breinlia*) *manningi* Bain, Petit, Ratanaworabhan, Yenbutra & Chabaud, 1981 from *Menetes berdmorei* Blyth (Sciuridae) in Thailand; *Breinlia* (*Breinlia*) *spratti* Bain, Tibayrenc & Mak, 1979 from *C. notatus* in Malaysia; *Breinlia* (*Breinlia*) *tinjili* Purnomo & Bangs, 1996 from *R. tiomanicus* in Indonesia; *Breinlia* (*Breinlia*) *petauristi* Chowattukunnel & Esslinger, 1979 from *Petaurista philippensis* Elliot (Sciuridae) in Kerala and *Breinlia* (*Breinlia*) *sergenti* (Mathis & Leger, 1909) Petter, 1958 from *Nycticebus coucang* Boddeart (Lorisidae) in Calcutta (Petter, 1958; Bain et al., 1979; Chowattukunnel & Esslinger, 1979; Bain et al., 1981; Purnomo & Bangs, 1996). The remaining 22 species of *Breinlia* are found in Australasian monotremes, marsupials and murids (Spratt, 2011).

Materials and methods

Murid hosts were collected at two localities in the provinces of Luang Prabang and Champasak in the Lao PDR. Wild rodents were trapped with baited traps, locally-made or Sherman. Each locality was sampled with 100 traps per day, 10 trap lines of 10 traps each set for four nights on three occasions (Herbreteau et al., 2011). Rodent trapping occurred twice on each site,

once in the dry (November–April) and once in the wet season (May–October). Trapped animals were euthanised and dissected following an international standard (American Veterinary Medical Association Council on Research) and the rodent protocols that maximize animal care, health and safety of field parasitologists and the generation of quality data (Herbreteau et al., 2011).

All rodents were identified by morphology following the nomenclature and classification in Aplin et al. (2003), Marshall (1988) and Pagès et al. (2010). For the problematic species molecular identification was required using species-specific primers and/or barcoding assignments (Galan et al., 2012) details of which are available in the *Barcoding Tool/RodentSEA* section of the CERoPath project web site: www.ceropath.org.

The body cavity was examined for helminth infection under a stereomicroscope. Helminths were preserved in 70% ethanol, identified as belonging to *Breinlia* (*Breinlia*) according to Spratt (2011) and later compared with all previously described species (Solomon, 1933; Johnston & Mawson, 1938; Mackerras, 1954; Petter, 1958; Singh & Ho, 1973; Mak & Lim, 1974; Wah & Lim, 1974; Spratt & Varughese, 1975; Chabaud & Bain, 1976; Bain et al., 1979; Chowattukunnel & Esslinger, 1979; Bain et al., 1981; Purnomo & Bangs, 1996; Spratt & Hobbs, 2003; Tucker et al., 2003; Spratt, 2011).

Nematodes were cleared in lactophenol. In addition to entire worms, hand-cut sections of the male anterior end were mounted *en face* for identification. Measurements were taken with a microscope mounted on a Tucsén camera with associated software. Drawings were made with the aid of a drawing tube attached to a microscope. Measurements taken from 10 adult individuals (5 of each sex, all from *R. tanezumi*) are given in micrometres and listed as the range followed by the mean (in parentheses).

A subset of samples were preserved for scanning electron microscopy (SEM) examination, fixed in sodium cacodylate buffer in the field and in the laboratory treated with 1% osmium tetroxide, dehydrated in an ethanol series and critical point dried with carbon dioxide in a Polaron CPD 7501. Finally, specimens were mounted on stubs with adhesive tape and colloidal silver, sputter-coated with gold in a Fisons Instrument SC 510, and examined using a Zeiss DSM 940A SEM at 15 kV.

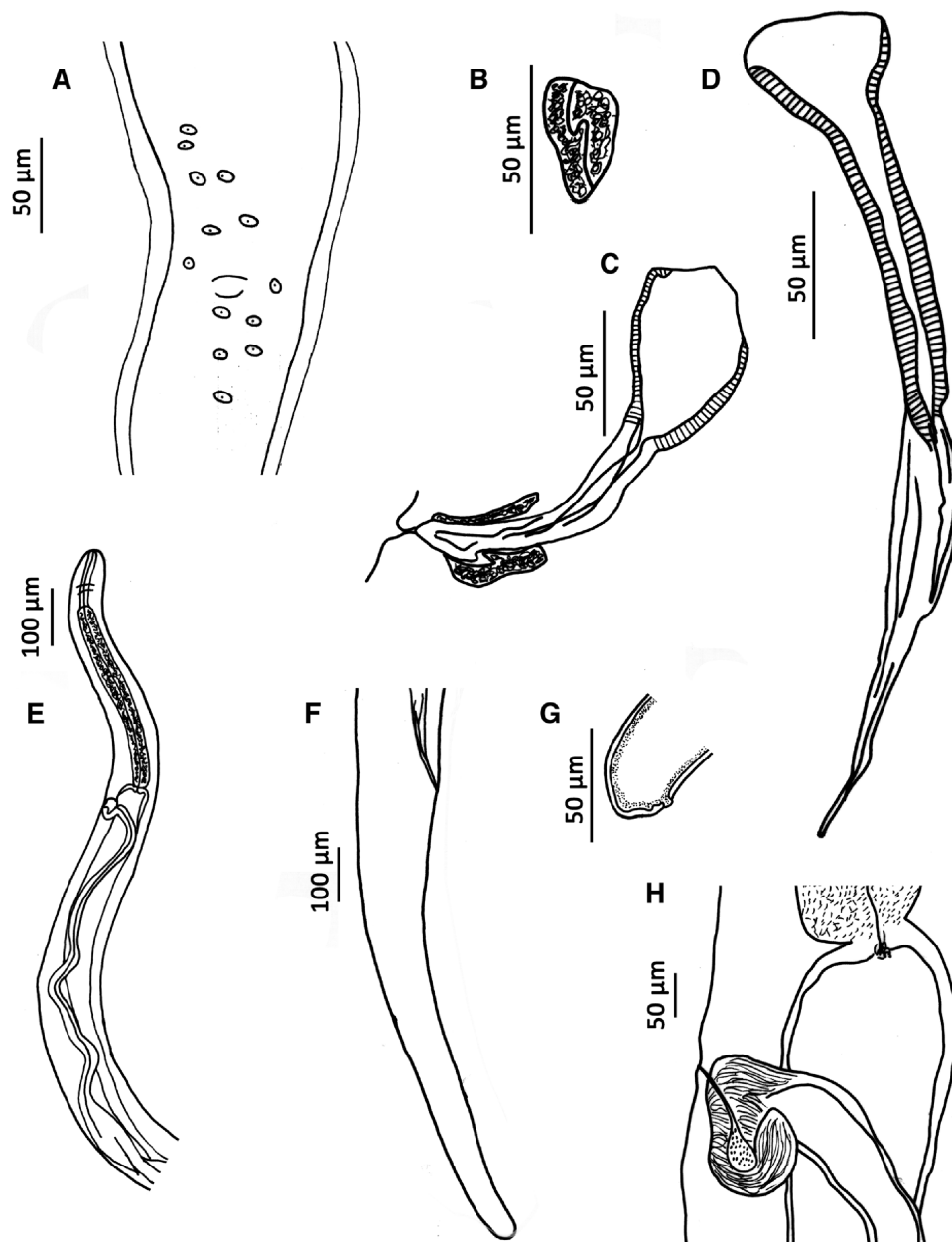


Fig. 1 Line drawings of *Breinlia (Breinlia) jittapalapongi* n. sp. Male (A–D); female (E–H). A, Extremity of tail with caudal papillae and phasmids (ventral view); B, Gubernaculum (left view); C, Spicules and gubernaculum (lateral view); D, Spicules (left lateral view); E, Anterior region (left lateral view); F, Tail (right lateral view); G, Extremity of tail (left lateral view); H, Vagina (lateral view)

***Breinlia (Breinlia) jittapalapongi* n. sp.**

Type-host: Asian house rat *Rattus tanezumi* Temminck (Rodentia: Muridae).

Other hosts: Sikkim rat *Rattus andamanensis* Blyth (Rodentia: Muridae).

Site in host: Peritoneal cavity.

Type-locality: Luang Prabang (19°36′44″N, 102°2′41″E), Lao PDR.

Other localities: Champasak (15°19′41″N, 106°18′23″E), Lao PDR.

Date of collection: February 2010.

Prevalence: 2.23%.

Intensity: 3–47 worms; mean 14.7 worms per host.

Type-material: Deposited in the Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Catalonia, Spain (Natural Science Museum of Barcelona, MZB). Holotype male (MZB 2014–2124); 4 male paratypes (MZB 2014–2125; MZB 2014–2126; MZB 2014–2127; MZB 2014–2128); allotype female (MZB 2014–2129) and 4 female paratypes (MZB 2014–2130; MZB 2014–2131; MZB 2014–2132; MZB 2014–2133).

Etymology: The species is named after Sathaporn Jittapalapong from the University of Kasetsart (Bangkok, Thailand) for his help and support for the projects CERoPath and BiodivHealthSEA.

Description (Figs. 1, 2, 3, 4)

General [Based on 10 mature worms.] Long, thin filarioids. Buccal cavity minute; buccal capsule composed of short sclerotised ring, triangular in longitudinal optical section, wider at apex. Four pairs of cephalic

papillae (Fig. 3A) and lateral chords present. Cuticular bosses aligned longitudinally, distance between crests variable (Figs. 2A–D) reaching highest density in the coiled part of body (*area rugosa*) (Fig. 3C, D).

Male [Based on the holotype and 4 paratypes] Body length 37,029–52,788 (45,874); distance from nerve-ring to anterior extremity of body 250–375 (305); length from cephalic end to excretory pore 36,554–52,188 (45,343); length of oesophagus 894–1,545 (1,197); length of glandular oesophagus 419–475 (438); maximum width 175–288 (223). Tail long, thin, with rounded extremity, 475–600 (531) long. Caudal papillae with a tendency to be asymmetrically arranged: 3 precloacal pairs near midventral line with variable position (near longitudinal line or more lateral); pair paracloacal papillae with variable position (laterocloacal, precloacal and paracloacal); 2 postcloacal pairs near longitudinal line and single

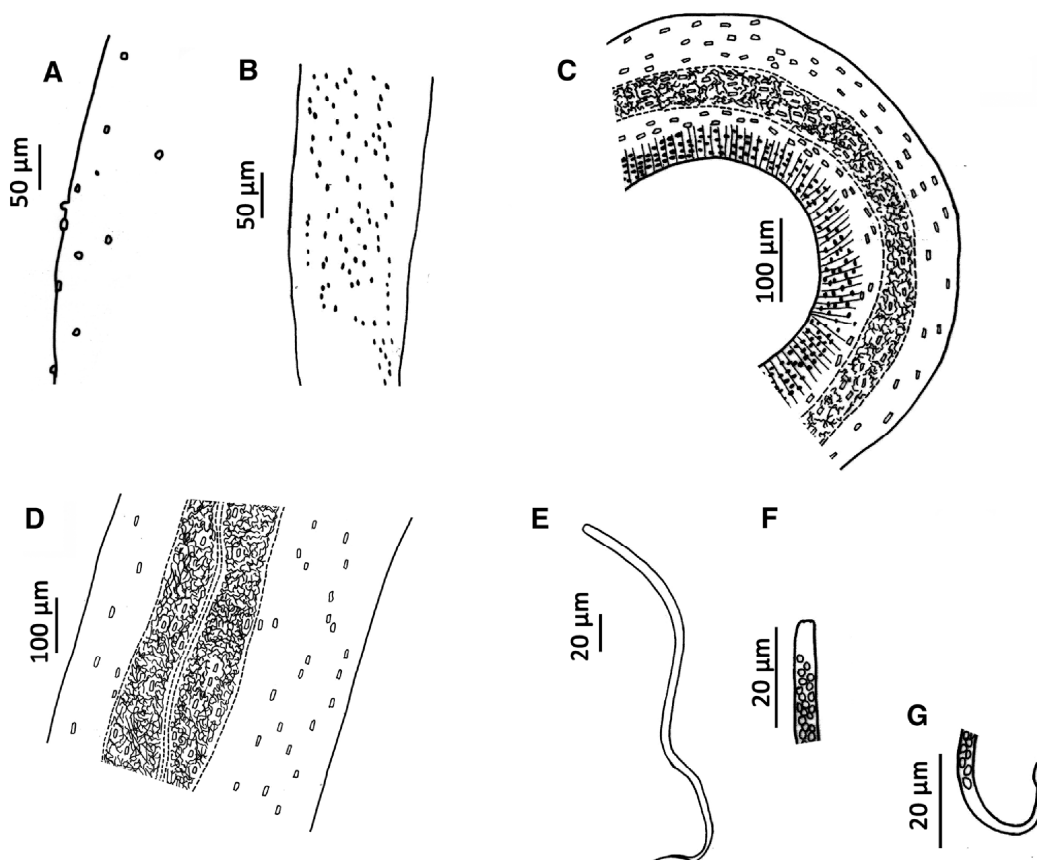


Fig. 2 Line drawings of *Breinlia (Breinlia) jittapalapongi* n. sp. Male (A, B, D); female (C); Microfilaria (E–G). A, First bosses, lateral view (×20); B, Posterior end of area rugosa in ventral view (×20); C, Area rugosa and cuticular ornamentation at midbody (×20, lateral view); D, Cuticular ornamentation at midbody (×20, lateral view); E, General view (×50); F, Detail of anterior region (×100); G, Detail of posterior region (×100)

subterminal papilla near midventral line (Figs. 1A, 4A). Phasmids posterior to papillae. Gubernaculum present, with pointed projection on left face (Fig. 1B), 75–103 (84) in lateral view. Spicules unequal, not stout, divided into calomus, lamina and filament. Left spicule total length 597–753 (691); length of calomus plus lamina 278–378 (333); length of filament 319–375 (358). Right spicule spatulate at distal extremity; total length 306–360 (331); length of calomus plus lamina 103–191 (160); length of filament 134–216 (171) (Figs. 1C, D, 4B, C). Spicular ratio (l/r) 1.75–2.46 (2.10). Cuticular bosses: first bosses at 1,854–3,245 (2,456) from anterior extremity of body, salient, rectangular to round; last bosses at 975–1,294 (1,131) from tip of tail (Fig. 2A, B, D).

Female [Based on allotype and 4 paratypes.] Body length 10,500–12,900 (11,600); distance from nerve-ring to anterior extremity of body 226–319 (260); length from cephalic end to excretory pore 9,601–12,049

(10,780); length of oesophagus 1,666–1,893 (1,794); length of glandular oesophagus 1,200–1,457 (1,347); maximum width 366–421 (397) (Fig. 1E). Distance from cephalic end to vulva 2,104–3,480 (2,757); distance from oesophago-intestinal junction to vulva 344–1,620 (754); distance from vulva to anterior end 2,078–3,480 (2,736). Tail 702–899 (820) long (Fig. 1F, G). Vulva small, slightly posterior to oesophago-intestinal junction (Fig. 3B). Vagina 117–179 (152) long, 113–128 (120) wide, muscular, its lumen composed of short, transverse, thin tube, followed by conical elongated chamber, and narrow tube; ovejector 1,732–2,400 (2,049) long, directed posteriorly (Fig. 1H). Cuticular bosses: first bosses at 3,470–4,967 (4,457) from anterior extremity of body, salient, rectangular to round; last bosses anterior to anus, at 132–210 (162) from tip of tail (Fig. 2C).

Microfilaria [From uterus, near ovejector.] Unsheathed. Anterior extremity of body rounded, with

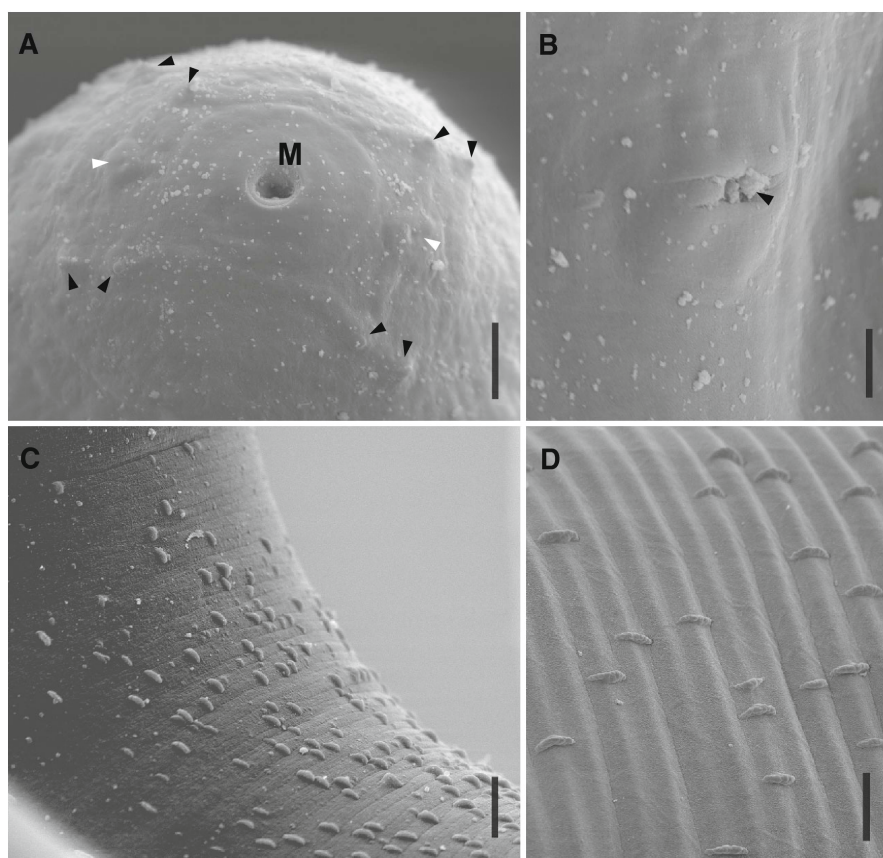


Fig. 3 Scanning electron micrographs of *Breinlia* (*Breinlia*) *jittapalapongi* n. sp. A, Anterior end with detail on pairs of papillae (black arrows) and amphids (white arrows) and mouth (M); B, Detail on vulva (arrow); C, Area rugosa; D, Detail of cuticle. Scale-bars: A, 10 μm; B, 10 μm; C, 10 μm; D, 20 μm

tiny cephalic hook. Cephalic space longer than wide. Body progressively attenuated in the posterior fifth with an extremely thin terminal filament (Fig. 2E–G).

Discussion

Following the key to genera and subgenera of filarioid nematodes of Spratt (2011) we consider our nematodes to belong to the subgenus *Breinlia* of the genus *Breinlia* as spicules are not stout, unequal and divided into calomus, lamina and filament, the right spicule has a spatulate distal extremity and a gubernaculum is present. The new species can be differentiated from the species described in SEA by the buccal capsule composed of a short sclerotized ring, triangular in longitudinal optical section and wider at the apex, which is not present in other SEA species. Additionally in *B. (B.) jittapalapongi* n. sp. the gubernaculum has a lateral pointed projection that occurs only in *B.*

(*B.*) *manningi* but not in the other three species from SEA.

The four species from SEA also differ in having shorter spicules: *B. (B.) booliati*: 349–385 (371) μm (left) and 118–167 (144) μm (right) (Singh & Ho, 1973); 335–430 (396) μm (left) and 130–180 (157) μm (right) (Wah & Lim, 1974); 150 μm (left) and 385 μm (right) (Lim et al., 1978); 345–437.5 (391) μm (left) and 115–175 (140) μm (right) (Mak & Lim, 1974); 440 and 380 μm (left), 190 and 175 μm (right) (Bain et al., 1979); *B. (B.) manningi* 260 μm (left) and 100 μm (right) (Bain et al., 1981); *B. (B.) spratti* 292 μm (left) and 110 μm (right) (Bain et al., 1979) and *B. (B.) tinjili* 295–340 (316) μm left and 124–135 (130) μm right (Purnomo & Bangs, 1996).

An additional difference is the larger size of the gubernaculum in *B. (B.) jittapalapongi* n. sp. compared to that in the four species described from SEA: 30–39 (35) μm in *B. (B.) booliati* (see Singh & Ho, 1973), 15 μm in *B. (B.) manningi* (see Bain et al., 1981), 24 μm in

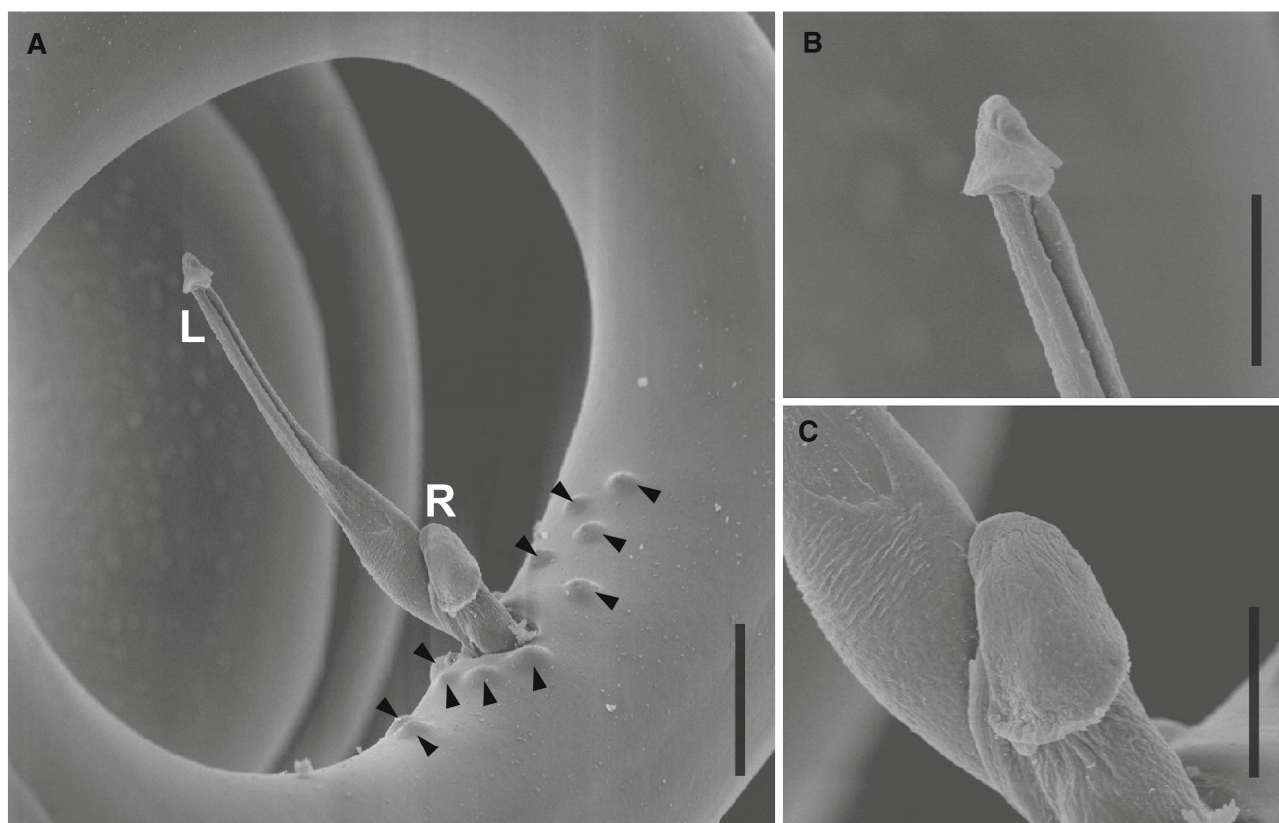


Fig. 4 Scanning electron micrographs of *Breinlia (Breinlia) jittapalapongi* n. sp. A, Caudal papillae in the cloacal region (white arrow), right spicule (R) and left spicule (L); B, Detail of the left spicule end; C, Detail of the right spicule end. Scale-bars: A, 50 μm ; B, 20 μm ; C, 20 μm

Table 1 Patterns of male papillae and spicular ratio in *Breinlia* spp. from South East Asia compared to *Breinlia jittapalapongi* n. sp.

Source	<i>B. (B.) jittapalapongi</i>		<i>B. (B.) booliati</i>		<i>B. (B.) tinjili</i>		<i>B. (B.) spratti</i>	<i>B. (B.) manningi</i>
	Present study	Singh & Ho (1973)	Tucker et al. (2003)	Wah & Lim (1974)	Bain et al. (1979)	Purnomo & Bangs (1996)	Bain et al. (1979)	Bain et al. (1981)
Preal papillae	3 pairs (n = 6)	3 pairs (n = 6)	3 pairs (n = 6)	3 pairs (n = 6)	1 single + 3 pairs (+ 1 single sometimes) (n = 7 or 8)	3 pairs (n = 6)	1 single + 1 pair + 1 single (n = 4)	3
Adanal papillae	1 pair (ad, pre or post) (n = 2)	1 pair (n = 2)	1 pair (n = 2)	1 pair (n = 2)	1 pair (n = 2)	0	0 or 2 (n = 0 or 2)	1
Postanal papillae	2 pairs (n = 4)	2 pairs (n = 4)	2 pairs (n = 4)	2 pairs (n = 4)	1 or 2 pairs (n = 2 or 4)	6 to 7 papillae (n = 6 or 7)	5 papillae (n = 5)	5
Subterminal papillae	1 single (n = 1)	2 pairs (n = 4)	2 pairs (n = 4)	2 pairs (n = 4)	1 or 2 pairs + 2 pedunculate (n = 2 or 4 + 2)	2 pairs (n = 4)	1 or 2 pairs + 2 pedunculate (n = 4 or 6)	2 pairs (n = 4)
Total number of papillae	13	16	15–19	16	14–18	16–17	13–17	6
Spicular ratio	1.75–2.46 (2.10)	2.3–2.95 (2.60)	2.80	2.52	2.17	2.43	2.65	2.60
n, number of papillae								

B. (B.) spratti (see Bain et al., 1979) and 33–40 (36) 30–39 (35) μm in *B. (B.) tinjili* (see Purnomo & Bangs, 1996). Measurements of calomus plus lamina and filament are only available for *B. (B.) tinjili*; these are much shorter [219 μm (calomus + lamina) and 97 μm (filament)] than in the new species (Purnomo & Bangs, 1996). Moreover, the pattern and number of cloacal papillae in the male of *B. (B.) jittapalapongi* n. sp. differs from the other four species (summarised in Table 1). Spicular ratio (l/r) does not permit differentiation of *Breinlia* spp. from SEA as all range between 2 and 3 (see Table 1).

In relation to the two species from India, *B. (B.) petauristi* lacks lateral projection on the gubernaculum and the left spicule is shorter 520–550 (535) μm (Chowattukunnel & Esslinger, 1979) and in males of *B. (B.) sergenti* both spicules are shorter [330 μm (left) and 145 μm (right)] (Petter, 1958). Both species can be further differentiated from *B. (B.) jittapalapongi* n. sp. by the pattern and total number of caudal papillae: *B. (B.) sergenti* has three pairs of preanal papillae, a single pair of adanal and three pairs postanal papillae (Petter, 1958); *B. (B.) petauristi* has five or six pairs (10 to 12 papillae) disposed as two preanal pairs, one or two adanal pairs, one postanal pair and one pair on tail (Chowattukunnel & Esslinger, 1979). The morphology of the spicules, in particular the right spicule of *B. (B.) petauristi* suggests that it does not belong in this subgenus, as noted by Spratt (2011).

In relation to species recorded from Australasian mammals, *B. (B.) jittapalapongi* n. sp. differs from fifteen of the twenty-two species in the presence of a lateral pointed projection on the gubernaculum, i.e. *Breinlia (B.) beveridgei* Spratt, 2011, *B. (B.) bigenera* Spratt, 2011, *B. (B.) boltoni* (Spratt & Varughese, 1975) Chabaud & Bain, 1976, *B. (B.) dasyuri* (Johnston & Mawson, 1938) Chabaud & Bain, 1976, *B. (B.) dendrolagi* (Solomon, 1933) Chabaud & Bain, 1976, *B. (B.) dentonensis* (Spratt & Varughese, 1975) Chabaud & Bain, 1976, *B. (B.) dorcopsis* Spratt, 2011, *B. (B.) mackerrasae* (Walker & McMillan, 1974) Chabaud & Bain, 1976, *B. (B.) melomyos* Spratt, 2011, *B. (B.) oweni* Spratt, 2011, *B. (B.) presidentei* Spratt, 2011, *B. (B.) robertsi* (Johnston & Mawson, 1938) Chabaud & Bain, 1976, *B. (B.) trichosuri* (Breinl, 1913) Chabaud & Bain, 1976, *B. (B.) tricondylus* Spratt, 2011, *B. (B.) ventricola* Spratt & Hobbs, 2003 and *B. (B.) zyzomyos* Spratt, 2011.

Species having a lateral pointed projection on the gubernaculum can be differentiated by male having

shorter spicules: *Breinlia (B.) macropi* (Wahid, 1962) Chabaud & Bain, 1976 [227 μm (right) and 724 μm (left)] (Spratt & Varughese, 1975); *B. (B.) mundayi* (Spratt & Varughese, 1975) Chabaud & Bain, 1976 [460–630 μm (left) and 160–180 μm (right)] (Spratt & Varughese, 1975); *B. (B.) pseudocheiri* (Spratt & Varughese, 1975) Chabaud & Bain, 1976 [260–380 μm (left) and 114–179 μm (right)] (Spratt, 2011); *B. (B.) thylogali* (Mackerras, 1954) Chabaud & Bain, 1976 [450 μm (left) and 110 μm (right)] (Mackerras, 1954); [400–440 (430) μm (left) and 110–150 (120) μm (right)] (Spratt & Varughese, 1975). *Breinlia (B.) spelaea* (Leidy, 1875) Chabaud & Bain, 1976 has a longer left spicule (775–977 μm) and shorter right spicule (187–260 μm) (after measurements in Spratt, 2011 in *Petrogale* spp.).

The male of *B. (B.) rara* (Johnston & Mawson, 1938) Chabaud & Bain, 1976 is unknown, so we consider measurements of the female to differentiate it from *B. (B.) jittapalapongi* n. sp., i.e. the total length 51.5 mm, oesophagus length 3.15 mm, distance from the anterior end to nerve-ring 0.12 mm and distance from the anterior end to vulva 3.55 mm are greater (Johnston & Mawson, 1938).

The microfilariae of all species are similarly slender, unsheathed, and with a sharply pointed tail (Petter, 1958; Bain et al., 1979; Chowattukunnel & Esslinger, 1979; Bain et al., 1981; Purnomo & Bangs, 1996; Tucker et al., 2003); consequently differentiation between the new species and other species from SEA and India is not currently possible.

This study and that of *B. (B.) booliati* by Keong et al. (1982) are the only ones to include SEM examination of *Breinlia* spp. Our SEM study provides new data on the morphological characters and accurate details of the structures in the *area rugosa* and male spicules. In conclusion, this is the fifth species of genus *Breinlia* described from SEA, increasing our knowledge of helminths from rodents in this area.

Acknowledgements This work was greatly assisted by the passion and dedication of the late Dr. Odile Bain, despite her weak health during visits of Alexis Ribas to MNHN. This study was supported by the French ANR 11 CPEL 002, project BiodivHealthSEA: Local impacts and perceptions of global changes, biodiversity, health and zoonoses in Southeast Asia (www.biodivhealthsea.org) and the French ANR Biodiversity ANR 07 BDIV 012 project CERoPath: Community Ecology of Rodents and their Pathogens in a changing environment (www.ceropath.org). AR and JM were partially supported by grant 2014-SGR-1241 from the Catalan Government (Spain). We are

especially thankful to Nuria Cortadellas and Almudena Garcia from the Unitat de Microscopia, Facultat de Medicina, Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiTUB) for their help with the preparation of samples. AR was supported by SYNTHESYS FR-TAF-2283 during his visits to Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Thanks are also due to Coralie Martin for her logistical support during AR visit at the MNHN and for providing literature.

References

- Aplin, K. P., Brown, P. R., Jacob, J., Krebs, C., & Singleton, G. R. (2003). *Field methods for rodent studies in Asia and the Indo-Pacific*. Canberra: ACIAR Monograph No. 100, 223 pp.
- Bain, O., Petit, G., Ratanaworabhan, N., Yenbutra, S., & Chabaud, A. G. (1981). Une nouvelle filaire d'écureuil en Thaïlande, *Breinlia* (*B.*) *manningi* n. sp. et son développement chez *Aedes*. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 56, 193–201.
- Bain, O., Tibayrenc, M., & Wah, M. J. (1979). Deux espèces de *Breinlia* (Filaroidea) chez un écureuil en Malaisie. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 4e série, 1, 191–197.
- Chabaud, A. G., & Bain, O. (1976). *Dipetalonema* lineage. New attempt at classification. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 51, 367–397.
- Chowattukunnel, J. T., & Esslinger, J. H. (1979). A new species of *Breinlia* (*Breinlia*) (Nematoda: Filaroidea) from the south indian squirrel *Petaurista philippensis* (Elliot). *Journal of Parasitology*, 65, 375–378.
- Galan, M., Pagès, M., & Cosson, J. F. (2012). Next-generation sequencing for rodent barcoding: species identification from fresh, degraded and environmental samples. *PLoS ONE*, 7(11), e4837.
- Herbretreau, V., Jittapalpong, S., Rerkamnuaychoke, W., Chaval, Y., Cosson, J. F., & Morand, S. (2011). *Protocols for Field and Laboratory Rodent Studies* Kasetsart: Kasetsart University Press, 46 pp.
- Johnston, T. H., & Mawson, P. T. (1938). An account of some filarial parasites of Australian marsupials. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 62, 107–121.
- Keong, L. A., Kim, L., & Singh, M. (1982). Scanning electron microscopy of the rodent filaria, *Breinlia booliati* (Filaroidea: Onchocercidae). *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 13, 153–162.
- Lim, B. L., & Wah, M. J. (1974). Further new hosts of *Breinlia booliati* from peninsular Malaysia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 5, 457–458.
- Lim, B. L., Wah, M. J., & Nalim, S. (1978). New hosts of *Breinlia booliati* with observations on its distribution in Southeast Asia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 9, 526–528.
- Lim, B. L., Wah, M. J., Singh, M., Ho, B. C., & Hian, Y. E. (1975). Distribution and ecological consideration of *Breinlia booliati* infecting wild rodents in Malaysia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 6, 241–246.
- Mackerras, M. J. (1954). Two new species of *Dipetalonema* (Nematoda, Filaroidea) from Australian marsupials. *Proceedings of the Royal Society of Queensland*, 64, 51–56.
- Mak, J. W., & Lim, B. L. (1974). New hosts of *Breinlia booliati* in wild rats from Sarawak with further observations on its morphology. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 5, 22–28.
- Marshall, J. T. (1988). Family Muridae: Rats and mice. In: Lekagul, B. & Mc Neely, J. A. (Eds) *Mammals of Thailand*. Bangkok: Association for the Conservation of Wildlife, pp. 397–487.
- Pagès, M., Chaval, Y., Herbretreau, V., Waengsothorn, S., Cosson, J. F., Hugot, J. P., Morand, S., & Michaux, J. (2010). Revisiting the taxonomy of the *Rattini* tribe: a phylogeny-based delimitation of species boundaries. *BMC Evolutionary Biology*, 184.
- Petter, A. J. (1958). *Filaria sergenti* Mathis et Leger 1909, parasite d'un Nycticebe (*Nycticebus tardigradus* Link), appartient au genre *Breinlia* Yorke et Maplestone 1926. *Bulletin de la Société zoologique de France*, 5–6, 423–429.
- Purnomo, & Bangs, M. J. (1996). *Breinlia tinjili* sp. n. (Filaroidea: Onchocercidae), from the Malaysian Field Rat, *Rattus tiomanicus*, on Tinjil Island, West Java, Indonesia. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 63, 93–97.
- Singh, M., & Ho, B. C. (1973). *Breinlia booliati* sp. n. (Filaroidea: Onchocercidae), a filaria of the Malayan forest rat, *Rattus sabanus* (Thos.). *Journal of Helminthology*, 47, 127–133.
- Solomon, S. G. (1933). A note on a new species of *Breinlia* (Filaridae) from a Tree Kangaroo. *Journal of Helminthology*, 11, 101–104.
- Spratt, D. M. (2011). New records of filarioid nematodes (Nematoda: Filarioidea) parasitic in Australasian monotremes, marsupials and murids, with descriptions of nine new species. *Zootaxa*, 2860, 1–61.
- Spratt, D. M., & Hobbs, R. P. (2003). *Breinlia* (*Breinlia*) *ventricola* sp. nov., a nematode parasite from the heart of the red Kangaroo, *Macropus rufus*, in Western Australia. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 128(1), 67–71.
- Spratt, D. M., & Varughese, G. (1975). A taxonomic revision of filarioid nematodes from Australian marsupials. *Australian Journal of Zoology*, 35, 1–99.
- Tucker, M. S., Price, D. L., Kwa, B. H., & DeBardo, A. C. (2003). Observations of *Breinlia booliati* in a new host, *Rattus rattus jalorensis*, from Kuantan, State of Pahang, Malaysia. *Journal of Parasitology*, 89, 1220–1226.

3. *Aonchotheca yannickchavali* n. sp. (Nematoda: Capillariidae) in *Bandicota indica* (Bechstein, 1800) and *Bandicota savilei* (Thomas, 1916) from Thailand.

Autors: Marina Veciana, Kittipong Chaisiri, Serge Morand i Alexis Ribas

Any: en curs de revisió, publicació prevista el primer trimestre del 2016

Revista: *Agriculture and Natural Resources*

- *Resum i paraules clau*

S'han descrit nou espècies del gènere *Aonchotheca* (Nematoda: Capillariidae) paràsites de rosegadors de tot el món. Al Sud-est d'Àsia (SEA), no s'ha arribat a identificar cap *Aonchotheca* a nivell d'espècie. Durant el nostre estudi d'helminths del SEA, hem localitzat una *Aonchotheca* a l'estómac d'alguns rosegadors. Es van aïllar mascles i femelles del nematode en dues espècies de *Bandicota* (*Bandicota indica* i *Bandicota savilei*) de Tailàndia (províncies de Buriram i Nan). S'ha pogut descriure una espècie nova: *Aonchotheca yannickchavali* n. sp.. Aquest nematode es diferencia de les *Aonchotheca* prèviament descrites per el microhàbitat de parasitació en l'hoste, la mida de les espícules del mascle i l'apèndix vulvar de la femella.

Paraules clau: *Aonchotheca*, *Bandicota*, Capillariidae, Tailàndia

Agriculture and Natural Resources: Submission N58-11-06



kj_rdi@ku.ac.th [Add to contacts](#) 7:01 AM

To: Alexis Ribas

The Kasetsart Journal (Social Sciences)
Kasetsart University Research and Development Institute,
Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.
Tel. 662 5795548, Fax. 662 5611474
E-mail: kj_rdi@ku.ac.th

Dear Author,

Thank you for your revised manuscript. Now, Your manuscript during the editorial board process and we will let you know about manuscript evaluation as soon as possible.

We thank you for selecting our journal as a means for publishing your research work.

Yours Sincerely,

พิชชาอรุณ สิริชีวะเกษร

Pitcha-orn Sirichewakesron (Managing Editor)

กัญญารัตน์ สุวรรณเทป

Kanyarat Suwannateep (Assistant Managing Editor)

***Aonchotheca yannickchavali* n. sp. (Nematoda: Capillariidae) in *Bandicota indica*
(Bechstein, 1800) and *Bandicota savilei* (Thomas, 1916) from Thailand.**

Marina Veciana¹, Kittipong Chaisiri², Serge Morand³, Alexis Ribas^{1,4*}

Abstract

Nine species of the genus *Aonchotheca* (Nematoda: Capillariidae) have been previously described worldwide as parasites of rodents. In Southeast Asia (SEA), Capillariidae in rodents was never identified at a species level for this genus, or categorized at higher taxonomic levels. During our surveys on helminths from SEA, an unnamed species of *Aonchotheca* was recovered from stomach of several rodents. In the present study, as we were able to obtain females and males from two bandicoot rat species (*Bandicota indica* and *Bandicota savilei*) from Thailand (Buriram and Nan provinces), a description of a new species *Aonchotheca yannickchavali* n. sp. is provided. This nematode is different from other known *Aonchotheca* in rodents by their microhabitat in the host, and the size of the spicules on male and of vulvar appendage on female.

Keywords: *Aonchotheca*, *Bandicota*, bandicoot, Capillariidae, Thailand

¹Laboratory of Parasitology, Faculty of Pharmacy, University of Barcelona, 08028 Barcelona, Spain.

²Department of Helminthology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, Thailand.

³CNRS Institut des Sciences de l'Evolution - CIRAD Animal et Gestion Intégrée des Risques, Centre d'Infectiologie Christophe Mérieux du Laos, Vientiane, Laos.

⁴Biodiversity Research Group, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University, Udon Thani 41000, Thailand

* Corresponding author, e-mail: aribas@ub.edu

Introduction

According to our literature review, there are nine species of the genus *Aonchotheca* found in rodents, a genus that shows specificity for its hosts (Mas-Coma and Galán-Puchades 1985) despite sometimes the same species can be reported in other mammalian families. In Southeast Asia (SEA), there are few reports of *Aonchotheca* in rodents and the worms were not identified at species level (*Aonchotheca* sp. is found in *Berylmys berdmorei* (Pakdeearong *et al.*, 2014) from Lao PDR and in *Bandicota indica* (Chaisiri *et al.*, 2010; Chaisiri *et al.*, 2012) and *Mus cervicolor* (Chaisiri *et al.*, 2012) from Thailand). Therefore, undescribed species of *Aonchotheca* in Southeast Asian rodents have been observed by different helminthologists but never described at a species level (Chaisiri *et al.*, 2010; Chaisiri *et al.*, 2012; Pakdeearong *et al.*, 2014). On the present study we characterize morphologically and metrically a new species named *Aonchotheca yannickchavali* n. sp..

1 **Materials and Methods**

2

3 The *Aonchotheca* n. sp. specimens were obtained during our survey of helminth
4 infection in wild rodents (Rodentia: Muridae) in Thailand. The specimens were
5 collected from two different sampling sites: Nan (19°7'38.88''N; 100°54'33.70''E) and
6 Buriram (14°55'56.92''N; 103°6'26.66''E) provinces of Thailand during June to
7 November 2008. Wild rodents were trapped alive with baited traps (locally-made or
8 Sherman). Trapping was done in four main habitat categories: built-up areas, flood
9 plains, dry land, forest and perennial cultivated areas. In each sampling locality was
10 covered with 100 traps per day displayed in 10 trap lines (composed of 10 traps) set
11 during four nights by three times (Herbreteau *et al.*, 2011). A complementary trapping
12 was organized in villages or isolated houses, with five traps for each house. Traps
13 containing rodents were labelled to indicate the place and date of capture, and
14 transported to the laboratory. Rodents were identified by morphology following the
15 nomenclature and classification (Marshall, 1988; Aplin *et al.*, 2003; Pagès *et al.*, 2010).
16 Trapped animals were euthanized and dissected following an international standard
17 protocols from the American Veterinary Medical Association Council on Research that
18 maximize animal care, health and safety of field parasitologists and generation of
19 quality data (Herbreteau *et al.*, 2011). Rodent viscera were examined under a binocular
20 stereo microscope and nematodes were isolated from lung tissues, transferred to 70%
21 alcohol and examined in the Laboratory of Parasitology of the Faculty of Pharmacy
22 (University of Barcelona, Spain). For morphological characterization, each worm
23 specimen was cleared in Amman lactophenol, examined under a compound microscope
24 and illustrated using a camera lucida. All measurements are given in micrometers unless
25 otherwise specified.

1 **Results**

2

3 Individuals belong to the genus *Aonchotheca* according to Lopez-Neyra (1947).

4 Metrical data summarized in Table 1 and Table 2.

5 ***Aonchotheca yannickchavali* n. sp.** (Figures 1-2)

6 *Type-host: Bandicota indica* (Bechstein) (Rodentia: Muridae)

7 *Other hosts: Bandicota savilei* (Thomas) (Rodentia: Muridae)

8 *Site of location in host:* Stomach

9 *Type-locality:* Nan province, Thailand

10 *Other localities:* Buriram province, Thailand

11 *Date of collection:* June to November 2008

12 *Etymology:* this species is named after Yannick Chaval, a wildlife expert, involved in
13 CERoPath and BioDivHealthSEA projects across SEA which have permitted to collect
14 this new species.

15 *Specimens deposited:* holotype (MZB 2015-8453), allotype (MZB 2015-8457), three
16 male paratypes (MZB 2015-8452, MZB 2015-8454, MZB 2015-8455), and three female
17 paratypes (MZB 2015-8456, MZB 2015-8458, MZB 2015-8459) deposited in *Museu de*
18 *Ciències Naturals de Barcelona* (Natural Science Museum of Barcelona).

19

20 **Discussion**

21

22 Our individual resembles to the *Capillaria* species cited in Sapon as *Capillaria*
23 sp. from the stomach of *Bandicota nemorivaga* in Formosa Island (Taiwan) (Sapon,
24 1963), concretely in the morphology of the long vulvar appendage (Figure 1e, Figure 2),
25 which is not observed in any other *Aonchotheca* species found in rodents. Our finding is

1 also similar to previously recorded in a single *R. exulans* from Indonesia, named as
 2 *Capillariinae* gen. sp. B; in that case males were absent and “it is impossible to discern
 3 on the genus of *Capillariinae* gen. sp. B” (Hasegawa and Syafruddin, 1995) but females
 4 description has some similitudes with *Aonchotheca yannickchavali* n. sp.: “females [...]”
 5 with a prominently protruded vulvar flap, and the eggs were relatively thin-shelled and
 6 51-54 by 22 μm in size” vs 54 (48 – 58) by 21 (17 – 23) μm mean and range from
 7 current species and some differences in size “3.9 mm long with the post-esophageal
 8 body by 45 μm ” (see Table 3). The long vulvar flap of *A. yannickchavali* n. sp. can be
 9 differentiated by the small vulvar appendage from *Aonchotheca annulosa* (Dujardin,
 10 1845) López-Neyra, 1947, *Aonchotheca armeniaca* (Kirschenblatt, 1939), *Aonchotheca*
 11 *forresteri* (Kinsella et Pence, 1987), *Aonchotheca praeputialis* (Obendorf, 1979) Spratt,
 12 2006, *Aonchotheca tamias-striati* (Read, 1949) (Table 3) while a large appendage is
 13 described in *Aonchotheca legerae* (Justine *et al.*, 1987), *Aonchotheca muris-sylvatici*
 14 (Diesing, 1851) López-Neyra, 1947, *Aonchotheca myoxinitelae* (Diesing, 1851) and
 15 *Aonchotheca wioletti* (Ruchljadeva, 1950). Males can be differentiated by the size of the
 16 spicules for all previous described species, and the residing organ also allow to
 17 differentiate from other species, as only *A. forresteri* and *A. wioletti* are found in the
 18 stomach as *A. yannickchavali* n. sp. (see details in Table 3).

19

20 There are other findings on SEA literature on helminths of rodents using terms
 21 as *Capillariinae* and *Capillaria* sp. (Schacher and Cheong, 1960; Betterton, 1979; Saim
 22 and Purwaningsih, 1999). Despite the description is based in individual rodents of genus
 23 *Bandicota*, this worm probably presents a higher range of rodent host as our previous
 24 research have showed, including *B. berdmorei* and *M. cervicolor* (Chaisiri *et al.*, 2010;
 25 Chaisiri *et al.*, 2012; Pakdeenarong *et al.*, 2014). According to our experience, working

1 with challenging sample, the fragility of these worms can explain part of the reason why
 2 this nematode has not been described before.

3

4 **Acknowledgements**

5

6 This study was supported by French ANR 11 CPEL 002, project
 7 BiodivHealthSEA: Local impacts and perceptions of global changes, Biodiversity,
 8 health and zoonoses in Southeast Asia (www.biodivhealthsea.org) and the French ANR
 9 Biodiversity ANR 07 BDIV 012 project CERoPath: Community Ecology of Rodents
 10 and their Pathogens in a changing environment (www.ceropath.org). A. Ribas was
 11 partially supported by 2014-SGR-1241 from the Catalan Government (Spain).

12

13 **References**

14

15 Aplin, K.P., Brown, P.R., Jacob, J., Krebs, C., Singleton, G.R. 2003. Field methods for
 16 rodent studies in Asia and the Indo-Pacific. ACIAR Monograph. Canberra.

17 Betterton, C. 1979. The intestinal helminths of small mammals in the Malaysian tropical
 18 rain forest: patterns of parasitism with respect to host ecology. *Int J Parasitol.* 9(4):
 19 313–20.

20 Blasco, S. 1996. Sobre las helmintofaunas de *Erinaceus europaeus* Linnaeus, 1758,
 21 *Arvicola terrestris* (Linnaeus, 1758) y *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758) en
 22 la España Peninsular. PhD Thesis, Faculty of Pharmacy, University of Barcelona.
 23 Barcelona, Spain.

24 Chaisiri, K., Chaeychomsri, W., Siruntawineti, J., Ribas, A., Herbreteau, V., Morand, S.
 25 2012. Diversity of gastrointestinal helminths among murid rodents from Northern

- 1 and Northeastern Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 43(1): 21–
2 8.
- 3 Chaisiri, K., Herbreteau, V., Ribas, A., Morand, S. 2010. A study of great bandicoot
4 (*Bandicota indica*) and their gastrointestinal helminths from Northern and
5 Northeastern Thailand. SPY. 10(1): 163–71.
- 6 Hasegawa, H., Syafruddin. 1995. Nematode fauna of the two sympatric rats *Rattus*
7 *rattus* and *R. exulans*, in Kao District, Halmahera Island, Indonesia. J Helminthol
8 Soc Wash. 62(1): 27–31.
- 9 Herbreteau, V., Jittapalapong, S., Rerkamnuaychoke, W., Chaval, Y., Cosson, J.F.,
10 Morand, S. 2011. Protocols for field and laboratory rodent studies. Thailand:
11 Kasetsart University Press.
- 12 Justine, J.L., Ferté, H., Bain, O. 1987. Trois *Capillaria* (Nematoda) de l'intestin du lérot
13 en France rapports avec un *Capillaria* de l'estomac du sanglier. Bull du Muséum
14 Natl d'Histoire Nat. 9(3): 579–604.
- 15 Kinsella, J.M., Pence, D.B. 1987. Description of *Capillaria forresteri* sp.n. (Nematoda:
16 Trichuridae) from the rice rat *Oryzomys palustris* in Florida, with notes on its
17 ecology and seasonal variation. Can J Zool. 65: 1294–1297.
- 18 Marshall, J.T. 1988. Family Muridae: Rats and mice. In: Lekagul B, Mc Neely J.A.
19 (Eds.). Mammals of Thailand. Association for the Conservation of Wildlife,
20 Bangkok. pp. 397–487.
- 21 Mascato, F.A., Rey, J., Bos, J., Peris, D., Paniagua, E., Blanco, P. 1993. Parásitos
22 *Capillariinae* (Nematoda) de algunas especies de micromamíferos gallegos. Nov
23 Acta Científica Compostel. 4: 111–120.

- 1 Mas-Coma, S., Galán-Puchades, M.T. 1985. Consideraciones sobre el género
2 *Aonchotheca* López-Neyra, 1947 (Nematoda: Trichuridae). *Circ Farm.* 286: 3–20.
- 3 Pagès, M., Chaval, Y., Herbreteau, V., et al. 2010. Revisiting the taxonomy of the
4 Rattini tribe: a phylogeny-based delimitation of species boundaries. *BMC Evol*
5 *Biol.* 10: 184.
- 6 Pakdeenarong, N., Siribat, P., Chaisiri, K., et al. 2014. Helminth communities in murid
7 rodents from southern and northern localities in Lao PDR: the role of habitat and
8 season. *J Helminthol.* 88(3): 302–309.
- 9 Read, C.P. 1949. Studies on North American helminths of the genus *Capillaria* Zeder,
10 1800 (Nematoda): I. Capillarids from Mammal. *J Parasitol.* 35(3): 223–230.
- 11 Saim, A., Purwaningsih, E. 1999. The pattern of helminth parasitic in the wild rodents
12 from Siberut Island, West Sumatra. *Maj Parasitol Indones.* 12(1-2): 49–60.
- 13 Sapong, D. 1963. Nematodes parasitic in *Suncus murinus* and *Bandicota nemorivaga*
14 from Formosa. PhD Thesis, Department of Parasitology, McGill University,
15 Canada.
- 16 Schacher, J., Cheong, C. 1960. Malaysian parasites. XLVII. Nematode parasites of three
17 common house rat species in Malaya, with notes on *Rictularia tani* Hoeppli, 1929.
18 *Stud Inst Med Res, Fed Malay States.* 29: 209–216.
- 19 Skrjabin, K.I., Shikhobalova, N.P., Schultz, R.S., Popova, T.I., Boev, S.N., Delyamure,
20 S.L. 1961. Key to parasitic nematodes, Vol. III. Strongylata. Washington D. C.
- 21 Spratt, D.M. 2006. Description of capillariid nematodes (Trichinelloidea: Capillariidae)
22 parasitic in Australian marsupials and rodents. *Zootaxa.* 1348: 1–82.
- 23

Table 1. Measurements (in micrometers) of *Aonchotheca yannickchavali* n. sp. male.

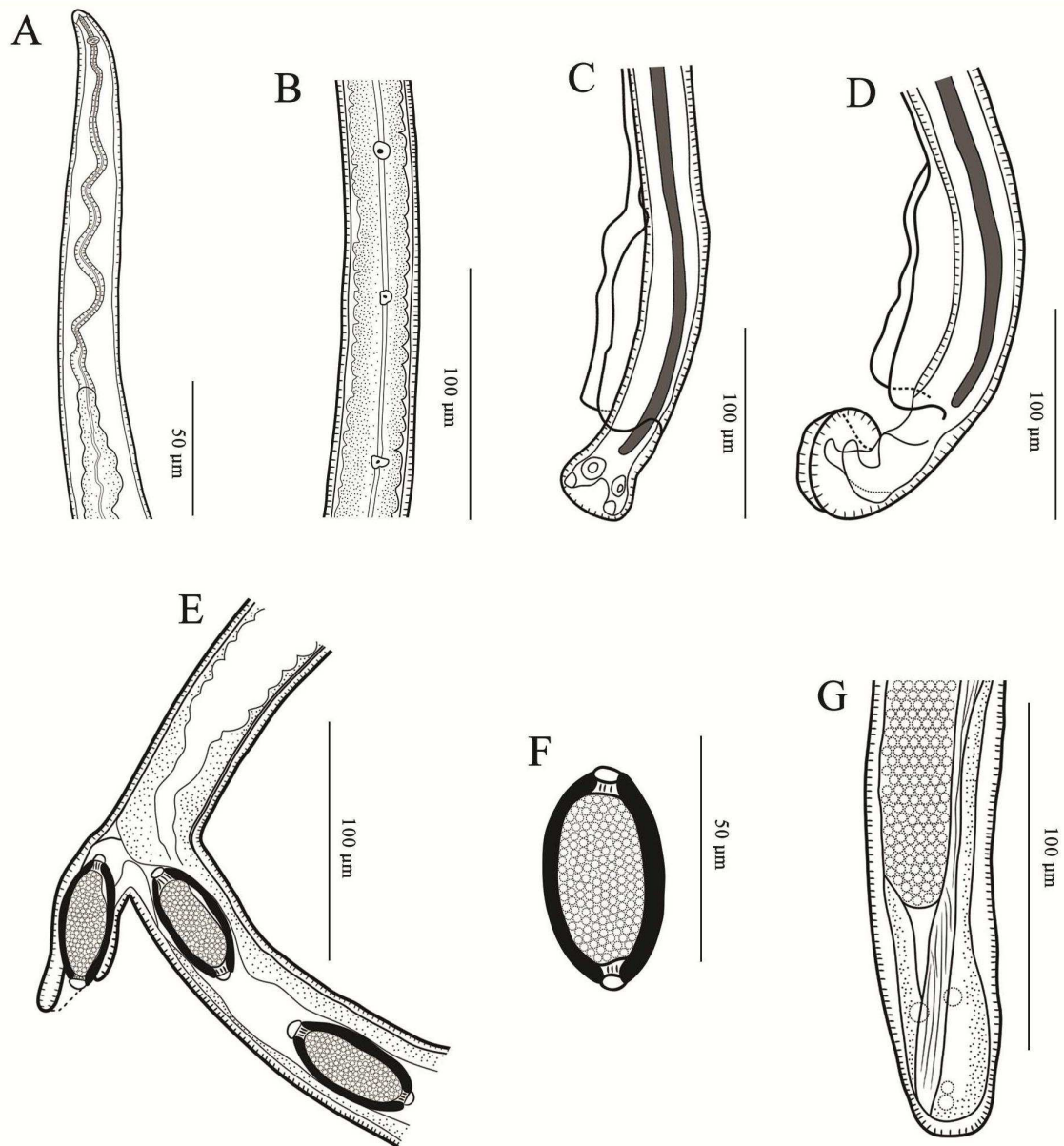
	Holotype	Paratype 1	Paratype 2	Paratype 3	Range	Mean
Body length	5232	5407	5850	5737	5232-5850	5557
Maximum width at spicule level	35	38	35	33	33-38	35
Muscular esophagus length	576	732	660	561	561-732	632
Glandular esophagus length	2076	2158	2629	2037	2037-2629	2225
Anterior end to nerve ring	56	-	-	53	53-56	55
Anterior stichocyte wide	20	15	12	23	45261	18
Anterior stichocyte length	15	17	20	23	15-23	19
Posterior stichocyte wide	10	10	10	12	42348	11
Posterior stichocyte length	23	25	28	17	17-28	23
Number of stichocyte (cells)	207	296	350	220	207-350	268
Spicule length	803	772	793	803	772-803	793
Spicule width at the head	12	15	10	12	42278	12
Spicule width at the tip	10	2	5	2	42340	5
Caudal lateral papillae length	122	122	135	102	102-135	120
Caudal lateral papillae width	20	23	20	31	20-31	24
Caudal extremity papillae length	48	51	53	48	48-53	50

Table 2. Measurements (in micrometers) of *Aonchotheca yannickchavali* n. sp. female.

	Allotype	Paratype 1	Paratype 2	Paratype 3	Range	Mean
Body length	8095	6643	7611	8672	6643-8672	7755
Maximum width at spicule level	43	40	38	46	38-46	42
Muscular esophagus length	645	499	593	675	499-675	603
Glandular esophagus length	2191	1976	2357	2142	1976-2357	2167
Anterior end to nerve ring	-	-	-	-	-	-
Anterior stichocyte wide	7	12	15	7	42186	10
Anterior stichocyte length	17	17	17	15	15-17	17
Posterior stichocyte wide	10	12	10	12	42348	11
Posterior stichocyte length	30	28	28	28	28-30	29
Number of stichocyte (cells)	294	266	351	264	264-351	294
Anterior end to vulva	2904	2616	3213	2842	2616-3213	2894
End of esophagus to vulva	17	7	43	31	7-43	25
Vulva appendage length	84	74	87	56	56-87	75
Vagina length	271	-	-	-	271	271
Rectum length	99	58	81	-	58-99	79
Number of eggs (cells)	57	43	32	98	43-98	58

Table 3. Comparison of the main morphological and metrical features of *Aonchotheca* described from rodents.

Species	Rodent Host	Biogeographic realm	Vulvar appendage	Spicule length	Target organ
<i>A. yamnickhavali</i> n. sp.	<i>Bandicota indica</i> , <i>Bandicota savilei</i>	Indomalaya	Large	772-803 (present study)	Stomach
<i>A. annulosa</i> (Dujardin, 1845) López-Neyra, 1947	<i>Apodemus sylvaticus</i> , <i>Rattus norvegicus</i>	Paleartic and Nearctic	Small	1030-1380 (Mascato <i>et al.</i> , 1993)	Small intestine
<i>A. armeniaca</i> (Kirschenblatt, 1939)	<i>Citellus xanthopyrmus</i> , <i>Citellus citellus</i>	Paleartic	Small	1100 (Skrjabin <i>et al.</i> , 1961)	Small intestine
<i>A. forresteri</i> (Kinsella et Pence, 1987)	<i>Oryzomys palustris</i>	Nearctic	Small	380-426 (Kinsella and Pence, 1987)	Stomach
<i>A. legerae</i> (Justine, Ferté et Bain, 1987)	<i>Eliomys quercinus</i>	Paleartic	Large	280-330 (Justine <i>et al.</i> , 1987)	Small intestine
<i>A. muris-sylvatici</i> (Diesing, 1851) López-Neyra, 1947	Microtidae and muridae	Paleartic	Large	192-225 (Skrjabin <i>et al.</i> , 1961)	Small intestine
<i>A. myoxinitelae</i> (Diesing, 1851)	<i>Eliomys quercinus</i>	Paleartic	Large	290-300 (Justine <i>et al.</i> , 1987)	Small intestine
<i>A. praeputialis</i> (Obendorf, 1979) Spratt, 2006	<i>Rattus fuscipes</i>	Australian	Small	3400-4500 (Spratt, 2006)	Preputial glands
<i>A. tamias-striati</i> (Read, 1949)	<i>Tamias striatus</i>	Nearctic	Small	490-502 (Read, 1949)	Small intestine
<i>A. wioletti</i> (Ruchljadeva, 1950)	<i>Arvicola terrestris</i>	Paleartic	Large	279-309 (Skrjabin <i>et al.</i> , 1961); 191-232 (Blasco, 1996)	Stomach



1

2 **Figure 1.** *Aonchotheca yannickchavali* n. sp. a. Anterior end. b. Glandular esophagus

3 with stichocytes. c. Male posterior end, ventral view. d. Male posterior end, lateral

4 view. e. Female vagina. f. Egg. g. Female posterior end.



1

2 **Figure 2.** Vulva opening with funnel-shaped protruding ovijector of *Aonchotheca*3 *yannickchavali* n. sp. (40x).

4. New biogeographical and morphological information on *Physaloptera ngoci* Le-van-hoa, 1961 (Nematoda: Physalopteridae) in South-east Asian rodents

Autors: Marina Veciana, Kittipong Chaisiri, Serge Morand, Jordi Miquel i Alexis Ribas

Any: 2013

Revista: *Parasite* (Factor d'impacte 2013: 1,116)

Número: 20

Pàgina: 23

- *Resum i paraules clau*

En l'estudi dels helmints de 1643 rosegadors capturats al llarg del riu Mekong (Cambodja, Laos i Tailàndia) entre el 2008 i el 2011, el nematode *Physaloptera ngoci* es va detectar amb una prevalença global del 2,8 %. D'acord amb la descripció original, *P. ngoci* s'ha identificat en nou de les vint-i-tres espècies de Murinae estudiades i és citat per primera vegada en aquests tres països. Un estudi de microscòpia electrònica de rastreig aporta noves dades morfològiques.

Paraules clau: Helmints, *Physaloptera ngoci*, Rosegadors, Tailàndia, Laos, Cambodja

RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

New biogeographical and morphological information on *Physaloptera ngoci* Le-Van-Hoa, 1961 (Nematoda: Physalopteridae) in South-east Asian rodents

Marina Veciana¹, Kittiponk Chaisiri², Serge Morand^{3,4}, Jordi Miquel¹, and Alexis Ribas^{1,5,*}

¹ Laboratory of Parasitology, Faculty of Pharmacy, University of Barcelona, 08028 Barcelona, Spain

² Department of Helminthology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, 10400 Bangkok, Thailand

³ Institut des Sciences de l'Évolution, UMR 5554 CNRS-IRDUM2, CC65, Université de Montpellier 2, 34095 Montpellier, France

⁴ Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, 10900 Bangkok, Thailand

⁵ Biodiversity Research Institute, Faculty of Biology, University of Barcelona, 08028 Barcelona, Spain

Received 12 October 2012, Accepted 11 June 2013, Published online 2 July 2013

Abstract – During a study of the helminth fauna of 1,643 rodents trapped along the Mekong River (Thailand, Lao People's Democratic Republic and Cambodia) in 2008–2011, the spirurid nematode *Physaloptera ngoci* Le-Van-Hoa, 1961 was recovered with an overall prevalence of 2.8%. Based on the original description, it was identified in nine of 23 different Murinae host species and is here reported for the first time from these three countries. A scanning electron microscopy study provides additional morphological data.

Key words: Helminths, *Physaloptera ngoci*, Rodents, Thailand, Lao People's Democratic Republic, Cambodia.

Résumé – Nouvelles informations biogéographiques et morphologiques sur *Physaloptera ngoci* Le-Van-Hoa, 1961 (Nematoda: Physalopteridae) de rongeurs d'Asie du Sud-Est. Lors de l'étude des helminthes de 1,643 rongeurs, capturés le long du Mékong en Thaïlande, République Démocratique Populaire du Laos et Cambodge entre 2008 et 2011, le nématode Spiruridae *Physaloptera ngoci* a été détecté avec une prévalence globale de 2.8 %. En accord avec la description originale, *P. ngoci* a été identifié chez neuf des 23 espèces de Murinae étudiées et est signalé pour la première fois dans ces trois pays. Une étude en microscopie électronique à balayage apporte des nouvelles données morphologiques.

Introduction

Unnamed species of *Physaloptera* Rudolphi, 1819 were reported from South-east Asia (SEA) in rodents belonging to the family Muridae on a number of occasions. In West Java (Indonesia), *Physaloptera* sp. was recorded in *Maxomys bartelsii* (as *Rattus bartelsii*) and *Niviventer lepturus* (as *Rattus lepturus*) [16]; in the same area, Hasegawa *et al.* [4] found specimens of *Physaloptera* in *Rattus argentiventer*. In Malaysia, immature stages of *Physaloptera* sp. were reported in seven different rodent species: *Berylmys bowersi*, *Leopoldamys sabanus*, *Maxomys rajah*, *R. argentiventer* (as *Rattus rattus argentiventer*), *Rattus tiomanicus* (as *Rattus jalorensis* and *Rattus rattus rumpia*), *Sundamys mulleri* (as *Rattus mulleri*) [15] and *Rattus* sp. [11]. Unnamed specimens of *Physaloptera* were also reported from Asia outside SEA, namely from Japan in

Apodemus agrarius and *Rattus rattus* [3] and from India in *R. rattus* (as *Rattus rattus rufescens*) and *Tatera indica* (as *Tatera indica indica*) [10].

Physaloptera species were also reported from the SEA region in mammals of the family Sciuridae, specifically *Physaloptera inermis* Linstow, 1906 in *Callosciurus prevostii* (as *Sciurus prevostii*) from Malaysia and *Physaloptera sciuri* Parona, 1898 in *Callosciurus melanogaster* (as *Sciurus melanogaster*) from Indonesia [5, 13]. In the Indian region (close to SEA) *Physaloptera funambuli* Parihar & Nama, 1978 was detected in *Funambulus pennanti* [10, 12].

Bearing the above-mentioned undetermined species in mind, *Physaloptera ngoci* is to date the only known species of this genus in Muridae from SEA. *Physaloptera ngoci* was also described from Vietnam in *Rattus norvegicus* [5] and subsequently recorded in *Mus* sp. and *Rattus* sp. [14].

In the present study, rodents were captured in SEA during 2008–2011 and their helminths, including *P. ngoci*, recovered.

*Corresponding author: aribas@ub.edu

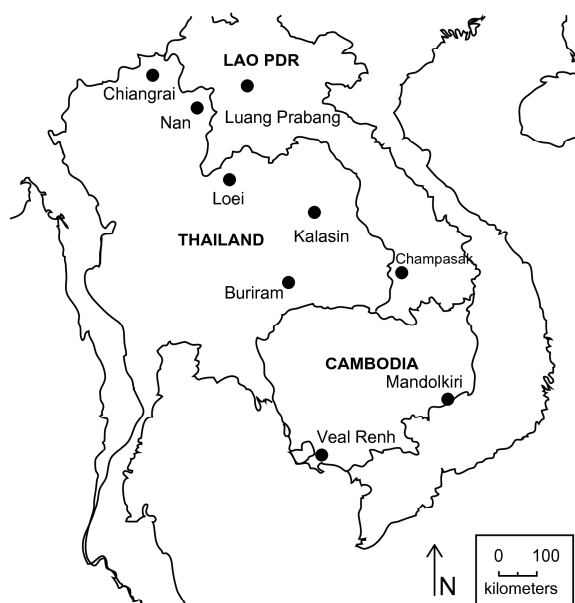


Figure 1. Location of nine CERoPath sampling sites in South-east Asia.

Materials and methods

Murid hosts were captured at nine different sampling sites along the Mekong River in Thailand, the Lao People's Democratic Republic (PDR) and Cambodia (see Figure 1). The rodents were trapped with baited traps, either locally made or Sherman. At each sampling locality, ten trap lines (composed of ten traps, placed every five metres) were set over a period of 12 nights. Trap lines were moved every four nights. Complementary trapping was carried out in villages and isolated houses, with five traps per house. Rodents were identified by morphology or using species-specific primers and/or barcoding assignments (details available in the *Barcoding Tool/RodentSEA* section of the CERoPath project website: www.ceropath.org). Rodents were euthanized and dissected following protocols that maximize animal care, the health and safety of field parasitologists and the generation of quality data.

Viscera were examined under a stereomicroscope and helminth parasites were collected and preserved in 70% ethanol.

Nematodes were cleared in lactophenol and hand-cut sections of the male anterior end were mounted *en face* for identification. Females were dissected in order to count the number of uteri. Photographs and measurements were taken with a microscope mounted on a Tucsen camera with associated software. Measurements taken from 10 adult individuals of each sex (males from *Bandicota berdmorei*, *Bandicota indica* and *Bandicota savilei* and females from *B. berdmorei*, *B. indica* and *R. argentiventer*) are given in micrometres unless otherwise specified and listed as range and median.

For Scanning Electron Microscopy (SEM) studies, nematodes were fixed in 70% ethanol, critical point-dried, mounted on SEM studs and finally coated with a thin layer of platinum before being examined with a Zeiss DSM 940A Scanning Electron Microscope at an accelerating voltage of 15 kV.

A subset of studied specimens was deposited in the Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Catalonia, Spain, with Accession Numbers MZB 2013-0019 and MZB 2013-0020 (two females), and MZB 2013-0021 and MZB 2013-0022 (two males). Murid hosts were identified following the nomenclature and classification in Chaval [1].

Results and discussion

A total of 1,643 rodents belonging to 23 species were examined and in nine of these species a nematode belonging to the genus *Physaloptera* was isolated from the stomach and identified as *P. ngoci* (details of hosts and prevalence are summarized in Table 1). The general prevalence was 2.8%, the highest prevalence being 40% in *R. argentiventer* ($n = 10$) from Veal Renh, Cambodia. *Physaloptera ngoci* was absent in the following rodents: *B. bowersi* ($n = 27$), *Chiropodomys gliroides* ($n = 2$), *Hapalomys delacouri* ($n = 1$), *Leopoldamys edwardsi* ($n = 14$), *L. neilli* ($n = 1$), *Maxomys surifer* ($n = 81$), *Mus cookii* ($n = 141$), *M. fragilicauda* ($n = 1$), *Mus sp.* ($n = 3$), *Niviventer fulvescens* ($n = 76$), *Rattus andamanensis* ($n = 1$), *R. nitidus* ($n = 14$) and *R. norvegicus* ($n = 17$).

The observation of structures in the cephalic region, the distribution of the cephalic papillae, the arrangement and number of male caudal papillae, the size of the male spicules, the number of female uteri, the total length and the distance from the anterior end to the vulva all confirm the identification of this helminth as *P. ngoci*, as per the original description [5].

Table 1. Prevalence (%) of *Physaloptera ngoci* and number of rodents (n) examined at study sites in Thailand, Lao People's Democratic Republic and Cambodia (localities within the same country are pooled).

Hosts	Thailand	Lao	Cambodia	Overall ($n = 1,643$)
<i>Bandicota indica</i>	6.2% ($n = 177$)	0% ($n = 3$)	0% ($n = 1$)	6.1% ($n = 181$)
<i>Bandicota savilei</i>	13.6% ($n = 22$)	100% ($n = 1$)	8% ($n = 50$)	11.0% ($n = 73$)
<i>Berylmys berdmorei</i>	5.3% ($n = 19$)	0% ($n = 3$)	0% ($n = 6$)	3.6% ($n = 28$)
<i>Mus caroli</i>	1.3% ($n = 76$)	0% ($n = 39$)	0% ($n = 1$)	0.9% ($n = 116$)
<i>Mus cervicolor</i>	0.8% ($n = 130$)	—	—	0.8% ($n = 130$)
<i>Rattus argentiventer</i>	0% ($n = 7$)	—	40% ($n = 10$)	23.5% ($n = 17$)
<i>Rattus exulans</i>	0.5% ($n = 214$)	0% ($n = 50$)	1.5% ($n = 67$)	0.6% ($n = 331$)
<i>Rattus sakeratensis</i>	10.9% ($n = 92$)	10% ($n = 10$)	—	10.8% ($n = 102$)
<i>Rattus tanezumi</i>	0% ($n = 134$)	0% ($n = 90$)	11.3% ($n = 62$)	2.5% ($n = 286$)
Total ($n = 1,643$)	2.6% ($n = 1074$)	0.7% ($n = 287$)	5.7% ($n = 282$)	2.8% ($n = 1643$)

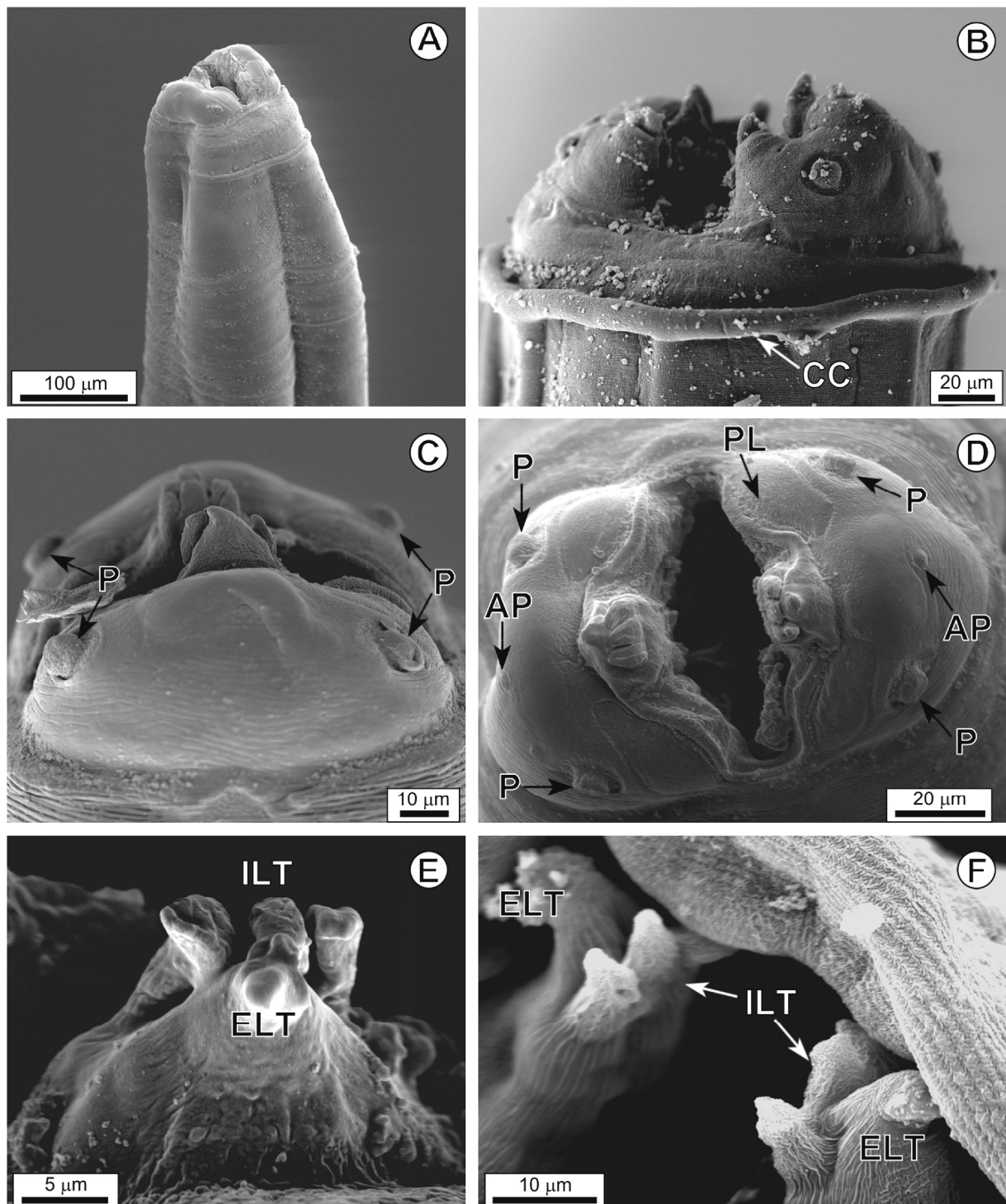


Figure 2. *Physaloptera ngoci*. A, cephalic extremity, general view. B, cephalic extremity, lateral view, cephalic collarette (CC). C, cephalic extremity with detail of papillae (P), lateral view. D, cephalic extremity, apical view. AP, amphids; PL, porus-like region; P, papillae. E, F, detail of externolateral tooth (ELT) and tripartite internolateral tooth (ILT).

The cephalic region (Figure 2A–F) bears two semicircular pseudolips, each bearing a pair of papillae, one amphid, a single externolateral tooth and a trident-like internolateral tooth. The

arrangement of the 21 caudal papillae in males is as follows: (i) four pairs of pedunculate papillae (one pair precloacal, one adcloacal and two postcloacal) and three single sessile papillae,

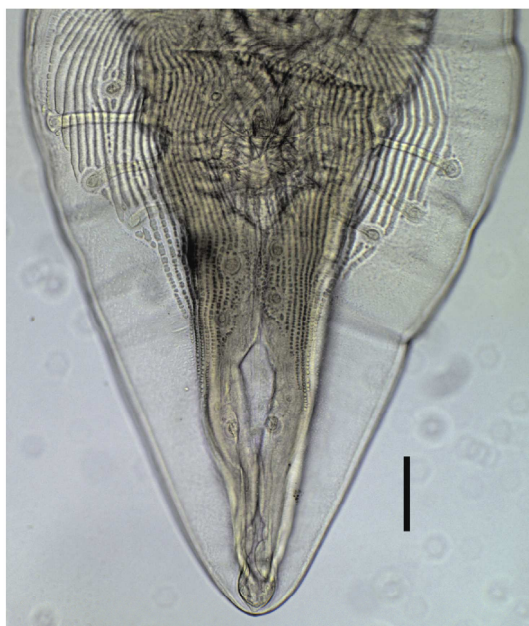


Figure 3. *Physaloptera ngoci* male. Caudal papillae, ventral view. Scale bar: 100 μ m.

distributed as a precloacal pair and a single adcloacal papilla; (ii) two pairs of sessile, immediately postcloacal papillae and (iii) four pairs of sessile papillae located on the tail, distributed in two groups of two pairs, one group towards the middle and the other nearer the end of the tail (Figure 3). Left spicule 370–574 (470) and right spicule 259–354 (296) long. Female total length 17.92–28.74 (21.17) mm. Distance from the anterior end to the vulva 2.06–4.58 (3.48) mm. Vulva in the first third of the body. Four uteri. Eggs 23.6–33.3 (28.1) $\times$ 38.4–48.6 (44.5).

The morphology of our samples confirms the identification of this nematode as *P. ngoci* given the similarity of structures and their disposition in the cephalic region, the same number and similar arrangement of male caudal papillae, and the same number of uteri in the females. In addition, our measurements match those provided in the original description: left and right spicule 460 and 300 long, respectively, total length 25 mm in females, distance from the anterior end to the vulva 3.32 mm and egg size 28 $\times$ 45 [5].

Of the congeners previously recorded from small mammals in India and the SEA region, all share the presence of four uteri in the females, but *Physaloptera funambuli* differs from *P. ngoci* in the number of male caudal papillae (10 pairs), a much longer left spicule 2.72–2.88 (2.80) mm and a shorter right spicule 0.19–0.20 (0.193) mm [12]. The total female length is greater 27.55–49.20 (35.12) mm [12], as is the distance from the anterior end to the vulva 4.67–9.26 (5.88) mm [12]. Eggs are smaller 20–40 (24) $\times$ 20–45 (28) [12].

Physaloptera inermis differs from *P. ngoci* in the number of male caudal papillae (eight pairs) and longer spicules 2.37 mm [6] (no differences between right and left spicule specified). The total female length is greater 51 mm [6]. The distance from

the anterior end to the vulva is not given in the original description. Egg size is similar 26 $\times$ 47 [6].

Physaloptera sciuri differs in the number (15) and disposition of male caudal papillae (no sessile precloacal papillae, one unpaired sessile postcloacal papilla and the final pair of postcloacal papillae close to the tail). Spicule lengths are not provided in the original description. The total female length 17–32 mm is similar [13]. The vulva is approximately halfway down the body and we were clearly able to differentiate its position from that in *P. ngoci*, in which it is more anteriorly. The eggs are smaller 16 $\times$ 22 [13].

SEM studies are currently available for four species of *Physaloptera*: *Physaloptera sibirica* Petrow & Gorbunow, 1931 in mammals from Spain [9]; *Physaloptera bispiculata* Vaz & Pereira, 1935 in the South American water rat *Nectomys squamipes* from Brazil [8]; *Physaloptera* sp. in an anuran from Argentina [2]; and *Physaloptera herthameyeriae* Lopes *et al.*, 2009 in a marsupial from Brazil [7]. The present study increases the number of SEM studies in *Physaloptera* to five and is the first such study done on a species from hosts in SEA.

This is the first report of *P. ngoci* from rodents in Cambodia, Lao PDR and Thailand. While its original description was based on specimens from a single host species, the brown rat (*R. norvegicus*) from Vietnam, several new hosts are listed for *P. ngoci* in the present study. Its host spectrum now includes several species of the subfamily Murinae; likewise, its known geographic range is expanded to include SEA. Previous reports of *Physaloptera* spp. in SEA murine rodents can thus probably be assigned to *P. ngoci* given that our data confirm that this nematode is widespread in SEA.

Acknowledgements. This study was supported by French ANR 11 CPEL 002, project BiodivHealthSEA, Local impacts and perceptions of global changes: *Biodiversity, health and zoonoses in Southeast Asia* (www.biodivhealthsea.org) and the French ANR Biodiversity ANR 07 BDIV 012, project CERoPath, *Community Ecology of Rodents and their Pathogens in a changing environment* (www.ceropath.org). A. Ribas and J. Miquel were partially supported by 2009-SGR-403 from the Catalan Government (Spain). We are especially grateful to Nuria Cortadellas and Almudena Garcia from the Unitat de Microscopia, Facultat de Medicina, Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiTUB) for their help with the preparation of the samples.

References

1. Chaval Y. 2011. South East Asian Murines Field Guide. Thailand: ANR BiodivhealthSEA. p. 199.
2. Gonzalez CE, Hamann MI. 2010. First report of nematode parasites of *Physalaemus santafecinus* (Anura: Leiuperidae) from Corrientes, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 677–687.
3. Hasegawa H, Arai S, Shiraishi S. 1993. Nematodes collected from rodents on Uotsuri Island, Okinawa, Japan. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, 60, 39–47.
4. Hasegawa H, Shiraishi S, Rochman. 1992. *Tikusnema javaense* n. gen., n. sp. (Nematoda: Acuarioidae) and other nematodes from *Rattus argentiventer* collected in west Java, Indonesia. *Journal of Parasitology*, 78, 800–804.

5. Le-Van-Hoa. 1961. Étude d'un nouveau Physaloptère du rat, trouvé au Viet-Nam. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 36, 672–676.
6. Linstow O. 1906. Nematoden des zoologischen Museums in Königsberg. *Archiv für Naturgeschichte*, 72, 249–258.
7. Lopes Torres EJ, Maldonado A, Lanfredi RM. 2009. Spirurids from *Gracilinanus agilis* (Marsupialia: Didelphidae) in Brazilian Pantanal wetlands with a new species of *Physaloptera* (Nematoda: Spirurida). *Veterinary Parasitology*, 163, 87–92.
8. Mafra AC, Lanfredi RM. 1998. Reevaluation of *Physaloptera bispiculata* (Nematoda: Spiruroidae) by light and scanning electron microscopy. *Journal of Parasitology*, 84, 582–588.
9. Miquel J, Segovia JM, Feliu C, Torres J. 1996. On *Physaloptera sibirica* Petrow et Gorbunov, 1931 (Nematoda: Physalopteridae) parasitizing Iberian mammals. *Wiadomosci Parazytologiczne*, 42, 435–442.
10. Nama HS. 1984. Faunistic survey of helminth parasites of vertebrates of Rajasthan with special reference to arid zone. *Scientific Reviews on Arid Zone Research*, 2, 187–225.
11. Paramasvaran S, Sani RA, Hassan L, Hanjeet K, Krishnasamy M, John J, Santhana R, Sumarni MG, Lim KH. 2009. Endoparasite fauna of rodents caught in five wet markets in Kuala Lumpur and its potential zoonotic implications. *Tropical Biomedicine*, 26(1), 67–72.
12. Parihar A, Nama HS. 1978. *Physaloptera funambuli* sp. n. (Nematoda, Physalopteridae) from *Funambulus pennanti*. *Current Science Bangalore*, 47, 832–834.
13. Parona C. 1898. Elminti raccolti dal Dott. Elio Modigliani alle isole Mentawai, Engano e Sumatra. *Annali del Museo civico di storia naturale Giacomo Doria, Serie 2*, 19(39), 102–124.
14. Phan TV. 1984. The nematodes parasitizing on animals in Taynguyen Plateau. *Tap Chi Sinh Hoc*, 8, 22–29.
15. Singh M, Chee-Hock C. 1971. On a collection of nematode parasites from Malayan rats. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 2, 516–522.
16. Wioreno W. 1978. Nematode parasites of rats in West Java, Indonesia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 9, 520–525.

Cite this article as: Veciana M, Chaisiri K, Morand S, Miquel J & Ribas A: New biogeographical and morphological information on *Physaloptera ngoci* Le-Van-Hoa, 1961 (Nematoda: Physalopteridae) in South-east Asian rodents. *Parasite*, 2013, **20**, 23.

PARASITE

An international open-access, peer-reviewed, online journal publishing high quality papers on all aspects of human and animal parasitology

Reviews, articles and short notes may be submitted. Fields include, but are not limited to: general, medical and veterinary parasitology; morphology, including ultrastructure; parasite systematics, including entomology, acarology, helminthology and protistology, and molecular analyses; molecular biology and biochemistry; immunology of parasitic diseases; host-parasite relationships; ecology and life history of parasites; epidemiology; therapeutics; new diagnostic tools.

All papers in *Parasite* are published in English. Manuscripts should have a broad interest and must not have been published or submitted elsewhere. No limit is imposed on the length of manuscripts.

Parasite (open-access) continues *Parasite* (print and online editions, 1994-2012) and *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée* (1923-1993) and is the official journal of the Société Française de Parasitologie.

Editor-in-Chief:
Jean-Lou Justine, Paris

Submit your manuscript at
<http://parasite.edmgr.com/>

5. New data on *Malayometastrongylus diardinematus* (Gibbons and Krishnasamy, 1986) (Metastrongyloidea: Angiostrongylidae) a lungworm occurring in *Rattus tanezumi* (Temminck, 1844) from South-east Asia

Autors: Marina Veciana, Kittipong Chaisiri, Orawan Phuphisut, Serge Morand i Alexis Ribas

Any: 2014

Revista: *Helminthologia* (Factor d'impacte 2014: 0.678)

Número: 51

Volum: 4

Pàgines: 331-336

- *Resum i paraules clau*

Un mostreig en rosegadors de la província de Luang Prabang (Laos) realitzat els mesos de febrer del 2010 i maig del 2012 va permetre examinar els pulmons de 95 rosegadors pertanyents a 7 gèneres diferents (*Bandicota*, *Berylmys*, *Cannomys*, *Leopoldamys*, *Maxomys*, *Mus*, *Rattus*). L'helminth *Malayometastrongylus diardinematus* (Nematoda: Metastrongyloidea) va ser identificat en *Rattus tanezumi* que vivien en contacte amb els éssers humans, sent la primera troballa després de la seva descripció original en *R. tanezumi* de Malàisia. Un estudi molecular del gen de la subunitat I de la citocrom c oxidasa mitocondrial (COI) de *M. diardinematus* col·loca el gènere *Malayometastrongylus* en una branca diferent en comparació amb *Angiostrongylus cantonensis* (subgènere *Parastrongylus*) i altres representants del gènere, ambdós presents en rosegadors del Sud-est asiàtic.

Paraules clau: Metastrongyloidea, gens, Rodentia, Laos

New data on *Malayometastrongylus diardinematus* (Gibbons and Krishnasamy, 1986) (Metastrongyloidea: Angiostrongylidae) a lungworm occurring in *Rattus tanezumi* (Temminck, 1844) from South-East Asia

M. VECIANA¹, K. CHAISIRI², O. PHUPHISUT², S. MORAND^{3,4}, A. RIBAS^{1,5*}

¹Laboratory of Parasitology, Faculty of Pharmacy, University of Barcelona, Avda. Diagonal s/n, 08028 Barcelona, Spain, E-mail: aribas@ub.edu; ²Department of Helminthology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, Bangkok 10400, Thailand; ³Institut des Sciences de l'Évolution, CNRS-IRD-UM2, CC065, Université de Montpellier 2, 34095 Montpellier, France; ⁴Centre d'Infectiologie Christophe Mérieux du Laos, Vientiane, Lao PDR; ⁵Biodiversity Research Group, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University, Udon Thani 41000, Thailand

Summary

A survey of rodents from Luang Prabang Province (Lao PDR) in February 2010 and May 2012 allowed examining lungs of 95 rodents belonging to 7 different genera (*Bandicota*, *Berylmys*, *Cannomys*, *Leopoldamys*, *Maxomys*, *Mus*, *Rattus*). The helminth *Malayometastrongylus diardinematus* (Nematoda: Metastrongyloidea) was identified in *Rattus tanezumi* living in close contact with humans, being the first report after its original description in *R. tanezumi* from Malaysia. A molecular study using mitochondrial gene cytochrome *c* oxidase subunit I (COI) of *M. diardinematus* placed the genus *Malayometastrongylus* in a separate clade in comparison with *Angiostrongylus cantonensis* (subgenus *Parastrongylus*) and other representatives of the genus, both present in rodents of South East Asia.

Keywords: Metastrongyloidea; genes; Rodentia; Laos

Introduction

Malayometastrongylus diardinematus (Gibbons & Krishnasamy, 1986) was described as a new genus of nematode from lungs of the Asian house rat *Rattus tanezumi* Temminck, 1844 (described originally as *Rattus rattus diardii*) in Malaysia. The original description of *M. diardinematus* lacks of information concerning locality, number of hosts studied and if other rodent species were examined for the presence of this lungworm. This nematode has never been reported afterwards despite the Asian house rat shows a wide distribution (Aplin *et al.*, 2003). Other four angiostrongylids have been reported in rodents from South-East Asia (SEA): *Angiostrongylus cantonensis* (subgenus *Parastrongylus*) (Chen, 1935), *Angiostrongylus malaysiensis* (subgenus *Parastrongylus*) (Bhaibulaya & Cross, 1971), *Angiostrongylus siamensis* (subgenus *Parastrongylus*) (Ohbayashi *et al.*, 1979) and *Thaistrongylus harinasutai* (Ohbayashi *et al.*, 1979).

Angiostrongylus cantonensis (subgenus *Parastrongylus*) is recognized as a zoonotic helminth that has caused hundreds of human angiostrongyliasis worldwide (Wang *et al.*, 2012). This nematode has been reported in central Thailand (Bangkok-Thonburi near the mouth of the Chao Phraya River); North-East (Nakornrajsima, Ubonratchatani and Udonratchatani); North (Chiang Mai, Sukothai and Nakhon Sawan); West (Kanchanaburi and small villages up the two forks of the Khwae River); South-East (Trat, Chantaburi and Rayong) and South Peninsula (Narathiwat, Yala, Songkhla, Trang, Nakhon Si Thammarat, Krabi, Ranong, Chumpon and Prachuap Khiri Khan) (Crook *et al.*, 1968) from rodents as *Bandicota bengalensis* Gray, 1835, *Bandicota indica* (Bechstein, 1800), *Rattus exulans* (Peale, 1848), *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769), *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) and *Rattus* sp. It was also reported from North-East Thailand in *R. norvegicus* and *B. indica* (Pipitgool *et al.*, 1997) and North Thailand (Chiang Mai) in *R. norvegicus* and *R. rattus* (Namue & Wongsawad, 1997). In other countries as Philippines in *R. tanezumi* (Antolin *et al.*, 2006) and *Rattus rattus mindanensis* (syn. *Rattus rattus*) (Fedorko, 1999); in Malaysia in *Rattus argentiventer* (Robinson & Kloss, 1916), *Rattus tiomanicus* (Miller, 1900) (syn. *Rattus jalorensis*) (Singh & Cheong, 1971) and additionally in *Leopoldamys sabanus* (Thomas, 1887) (syn. *Rattus sabanus*) (Liat *et al.*, 1975), also in *Rattus exulans concolor* (syn. *Rattus exulans*) and *Rattus rattus diardii* (syn. *Rattus tanezumi*) (Schacher & Cheong, 1960); and in Indonesia (Java Island) from rodents as *R. tanezumi* (syn. *R. r. diardii*) and *Maxomys bartelsii* (Jentink, 1910) (syn. *Rattus bartelsii*) (Wioreno, 1978). The presence of *A. cantonensis* has not been reported in rodents of other countries of SEA. *Angiostrongylus malaysiensis* (subgenus *Parastrongylus*) has been reported in Malaysia from *R. tanezumi* (syn. *R. r. diardii*) (Gibbons & Krishnasamy, 1986; Leong *et al.*,

1979), *R. norvegicus* and *R. rattus* (Mohd Zain *et al.*, 2012), *Rattus jalorensis* (syn. *Rattus tiomanicus*) (Bhaibulaya & Cross, 1971), *R. tiomanicus* (Krishnasamy *et al.*, 1980), and in *Rattus* spp. (*R. tiomanicus*, *R. r. diardii*, *R. argentiventer*, *R. norvegicus*) (Nur Syazana *et al.*, 2013) in central and western regions of Thailand in *R. tiomanicus* (syn. *R. jalorensis*) (Bhaibulaya & Techasoponmani, 1972) and in Indonesia in *B. indica*, *Niviventer lepturus* (Jentink, 1879) (syn. *R. lepturus*), *R. tanezumi* (syn. *R. r. diardii*), *R. exulans*, *R. norvegicus* and in *R. tiomanicus* (syn. *R. jalorensis*) (Krishnasamy *et al.*, 1980).

Angiostrongylus siamensis (subgenus *Parastrongylus*) was reported in Thailand from *L. sabanus* (Ohbayashi *et al.*, 1979), *Berylmys berdmorei* (Blyth, 1851), *R. rattus* and *Maxomys surifer* (Miller, 1900) (syn. *Rattus surifer*) (Kammiya *et al.*, 1980) and in *Bandicota savilei* Thomas, 1916 and *B. indica* (Ohbayashi *et al.*, 1983).

Finally, *T. harinasutai* was recovered from *B. berdmorei* in Thailand and identified by comparison with the original materials of description (Gibbons & Krishnasamy, 1986), and additional morphological characters were provided. In conclusion, previous studies on angiostrongylids of rodents from SEA, except for *A. cantonensis* are limited to few studies on Indonesia, Malaysia and Thailand.

The phylogenetic position of some angiostrongylids were studied using cytochrome *c* oxidase subunit I (COI) (*A. cantonensis* and *A. malaysiensis*) (Eamsobhana *et al.*, 2010) and with the complete internal transcribed spacer 2 (ITS-2) and a fragment of the small subunit ribosomal RNA (SSU rRNA) nucleotide sequences (*A. cantonensis*) (Foronda *et al.*, 2010). Excluding *A. cantonensis* and *A. malaysiensis*, genetic information is lacking on the other species of angiostrongylids occurring on rodents of SEA. In the framework of CERoPath and BiodivHealthSEA projects, we report and provide new data: metrical, molecular and biogeographical on the angiostrongylid *M. diardinematus* found in *R. tanezumi* associated to human habitats in Lao PDR.

Material and methods

Helminth collection

A total of 95 rodents: *B. indica* (n = 13); *B. berdmorei* (n = 1); *Cannomys badius* (Hodgson, 1841) (n = 7); *Leopoldamys edwardsi* (Thomas, 1882) (n = 4); *Leopoldamys neilli* Marshall, 1976 (n = 2); *M. surifer* (n = 2); *Mus cokii* Ryley, 1914 (n = 3) and *R. tanezumi* (n = 63) captured from Luang Prabang Province (Lao PDR) in Xiang Gneun district (19°36'44''N; 102°2'41''E) in 2010 and from the village of Lak Sip (19°50'55''N; 102°10'4''E) in 2012, were dissected in order to examine its lungs for helminths. Rodents were euthanized and dissected following protocols that maximize animal care, health and safety of field parasitologists and generation of quality data (Herbreteau *et al.*, 2011) (see <http://www.ceropath.org/research/protocols>). All rodents were identified by morphology following the nomenclature and classification in (Aplin *et al.*, 2003; Marshall, 1988; Pagès *et al.*, 2010). For the problematic

species, a molecular identification by using species specific primers and/or barcoding assignments were applied (Galan *et al.*, 2012), details available in *Barcoding Tool/RodentSEA* section of the CERoPath web site: <http://www.ceropath.org>.

Nematodes were isolated from lung tissues, transferred to 70 % alcohol and examined in the Laboratory of Parasitology of the Faculty of Pharmacy (University of Barcelona, Spain). For morphological characterization, helminths were mounted in Amman lactophenol. Measurements are in millimetres and compared to measurements of original description by Gibbons & Krishnasamy (1986). To complete the molecular study we included *Parastrongylus dujardini* (Drozdz & Doby, 1970) from the rodents *Apodemus* sp. and *Myodes glareolus* (Schreber, 1780) captured in Pyrenees Mountains (France) (42°29'47.76"N; 2°21'4.68"E) and *A. cantonensis* (subgenus *Parastrongylus*) from rodents captured in Thailand: *R. tanezumi* (captured in Chiangrai (19°50'38.11"N; 99°57'55.14"E) and Ranong (10°28'32.88"N; 98°48'33.96"E)) and *B. indica* (captured in Chiangrai (19°50'38.11"N; 99°57'55.14"E)).

DNA extraction

Genomic DNA of each worm (*P. dujardini*, *A. cantonensis* (subgenus *Parastrongylus*) and *M. diardinematus*) was extracted using tissue Genomic DNA Mini Kits (Favor-Prep™, Taiwan), according to the manufacturer's protocol.

PCR amplification and DNA sequencing

The DNA amplification by Polymerase Chain Reaction (PCR) was conducted with primers designed from COI sequences of *A. cantonensis* (subgenus *Parastrongylus*) (GenBank accession number GQ398121), as Ac-COI Forward 5'GTTCTAATCATAAGGATATTG3' and Ac-COI Reverse 5'CAAACAAACAACTCATATG3'. PCR amplicons were approximately 500 bp in length. 50 µL of each PCR reaction was composed of the 1xKAPA TaqReadyMix DNA Polymerase (1U KAPA Taq Polymerase, 1.5 mM MgCl₂ and KAPA Taq Polymerase Buffer), 0.25 µM of each primer, and 1 µL of DNA template. Amplification conditions were initially heated at 94 °C for 3 min, followed by 34 amplification cycles, consisting of denaturation at 95 °C for 30 sec, annealing at 53 °C for 30 sec and elongation 72 °C for 1 min and final extension at 72 °C for 5 min. PCR products were run into 1.0 % agarose gel and visualized on UV-transilluminator. Each PCR amplicons was sequenced using the 2 amplification primers on an ABI's 3730XL DNA Analyzers and BigDye Terminator at AITBIOTECH Pte Ltd (Singapore).

COI sequences from GenBank

COI sequences from *Angiostrongylus vasorum* (Baillet, 1866), *A. cantonensis* (subgenus *Parastrongylus*), *Parelastrongylus tenuis* Dougherty, 1945, *Metastrongylus pudendotectus* (Wostokow, 1905), *Metastrongylus salmi* (Geddoelst, 1823) and *Schistosoma mekongi* Voge *et al.*, 1978 (used as an outgroup) were obtained from the

Table 1. Uncorrected 'p' distance (%) between angiotroglids

	<i>A. diardini</i> , France, <i>Apodemus</i> sp.	<i>A. diardini</i> , France, <i>M. glareolus</i>	<i>A. cantonensis</i> , GQ398121, China	<i>A. cantonensis</i> , NC013065, China	<i>A. cantonensis</i> , Thailand, <i>B. indica</i>	<i>M. pudendotectus</i> , NC013813, Estonia, <i>Sus</i> sp.	<i>A. vasorum</i> , GQ982876, Germany, <i>V. vulpes</i>	<i>A. vasorum</i> , GQ982785, United Kingdom, <i>V. vulpes</i>	<i>A. vasorum</i> , GQ982777, United Kingdom, <i>V. vulpes</i>	<i>A. vasorum</i> , GQ982875, Portugal, <i>V. vulpes</i>	<i>A. vasorum</i> , GQ982835, Denmark, <i>V. vulpes</i>	<i>A. cantonensis</i> , Thailand, <i>R. tanezum</i>	<i>A. cantonensis</i> , Thailand, <i>R. tanezum</i>	<i>M. salini</i> , NC013815, Estonia, <i>Sus</i> sp.	<i>P. tenuis</i> , EF173723, USA, <i>O. virginianus</i>	<i>M. diardinematus</i> , Laos, <i>R. tanezum</i>	<i>S. mekongki</i> , AF217449, Laos
	0.000	0.000	0.013	0.013	0.013	0.015	0.013	0.013	0.012	0.012	0.012	0.012	0.013	0.014	0.016	0.016	0.022
	0.000	0.000	0.013	0.013	0.013	0.015	0.013	0.013	0.012	0.012	0.012	0.012	0.013	0.014	0.016	0.016	0.022
	0.100	0.100	0.000	0.000	0.010	0.016	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.012	0.012	0.016	0.016	0.023
	0.100	0.100	0.000	0.000	0.010	0.016	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.012	0.012	0.016	0.016	0.023
	0.109	0.109	0.049	0.049		0.016	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.013	0.016	0.015	0.016	0.022
	0.169	0.169	0.183	0.183	0.171	0.016	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.017	0.017	0.014	0.016	0.016	0.023
	0.095	0.095	0.120	0.120	0.132	0.171	0.003	0.000	0.003	0.003	0.003	0.003	0.016	0.016	0.015	0.016	0.022
	0.095	0.095	0.120	0.120	0.132	0.171	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.015	0.015	0.016	0.015	0.016	0.022
	0.095	0.095	0.120	0.120	0.132	0.171	0.000	0.005	0.003	0.003	0.003	0.016	0.016	0.016	0.015	0.016	0.022
	0.093	0.093	0.116	0.116	0.127	0.169	0.005	0.005	0.003	0.000	0.000	0.015	0.015	0.016	0.015	0.015	0.022
	0.093	0.093	0.116	0.116	0.127	0.169	0.005	0.005	0.000	0.000	0.000	0.015	0.015	0.016	0.015	0.015	0.022
	0.093	0.093	0.116	0.116	0.127	0.169	0.005	0.005	0.000	0.000	0.000	0.015	0.015	0.016	0.015	0.015	0.022
	0.093	0.093	0.116	0.116	0.127	0.169	0.005	0.005	0.000	0.000	0.000	0.015	0.015	0.016	0.015	0.015	0.022
	0.093	0.093	0.116	0.116	0.127	0.169	0.005	0.005	0.000	0.000	0.000	0.015	0.015	0.016	0.015	0.015	0.022
	0.093	0.093	0.116	0.116	0.127	0.169	0.005	0.005	0.000	0.000	0.000	0.015	0.015	0.016	0.015	0.015	0.022
	0.111	0.111	0.081	0.081	0.093	0.192	0.150	0.148	0.146	0.146	0.146	0.002	0.002	0.016	0.015	0.015	0.023
	0.113	0.113	0.081	0.081	0.093	0.194	0.150	0.148	0.146	0.146	0.146	0.002	0.002	0.016	0.016	0.015	0.023
	0.171	0.171	0.164	0.164	0.153	0.132	0.164	0.164	0.160	0.160	0.160	0.171	0.171	0.017	0.017	0.017	0.023
	0.144	0.144	0.150	0.150	0.150	0.169	0.137	0.134	0.137	0.137	0.137	0.155	0.157	0.178	0.162	0.016	0.023
	0.157	0.157	0.162	0.162	0.157	0.150	0.148	0.148	0.144	0.144	0.144	0.155	0.155	0.162	0.162	0.016	0.022
	0.412	0.412	0.424	0.424	0.428	0.426	0.421	0.419	0.417	0.417	0.417	0.410	0.410	0.419	0.417	0.389	

GenBank as follows: *A. vasorum* GQ982777, GQ982875, GQ982835, GQ982858, GQ982785, GQ982876, GQ982734; *A. cantonensis* (subgenus *Parastrongylus*) GQ398121, NC013065; *P. tenuis* EF173723; *M. pudendotectus* NC013813; *M. salmi* NC013815; and *S. mekongi* AF217449.

Sequence alignment and phylogenetic analysis

The electropherogram of each sequence was examined for sequence accuracy by BioEdit program version 7.0 (Hall, 1999). The DNA sequences of COI were aligned by CLUSTAL X (Thompson, 1997). All gap sites in the sequences were removed from the alignment. Phylogram was constructed from COI sequences by neighbour-joining (NJ) method by estimating 1000 replications with *p*-distance in MEGA 5 (Tamura *et al.*, 2011).

Results and discussion

Measurements of worms: oesophagus length 0.277 – 0.307 (0.288), *n* = 3; right spicule 0.195 – 0.198 (0.196), *n* = 2; left spicule 0.195 – 0.204 (0.200), *n* = 2; distance from anus to tip of tail 0.064 – 0.072 (0.068), *n* = 2; distance from vulva to tip of tail 0.193 – 0.250 (0.214), *n* = 3; eggs (length x width) 0.050 – 0.059 (0.056) x 0.034 – 0.040 (0.037), *n* = 52; width at the base of oesophagus 0.035 – 0.039 (0.037), *n* = 2; and oesophagus maximum width 0.060 – 0.069 (0.063), *n* = 3.

Helminths were found in lungs of 9 *R. tanezumi* captured in February 2010 from Xiang Gneun district, being all other captured rodents (86) negative for this worm. The worm fragility and as are imbricate in lungs do not allow counting the number of individuals in each host, additionally the presence of male nematodes was scarce.

Measures of worms are in accordance with original description (Gibbons & Krishnasamy, 1986) of *M. diardinematus*: oesophagus length 0.266 – 0.353, *n* = 8; spicules 0.171 – 0.240, *n* = 13; 0.163 – 0.225, *n* = 13; distance from anus to tip of tail 0.042 – 0.089, *n* = 4; distance from vulva to tip of tail 0.228 – 0.318, *n* = 4; eggs (length x width) 0.057 – 0.068 x 0.034 – 0.046, *n* = unknown.

This is the first report of *M. diardinematus* after the original description in *R. tanezumi* from Malaysia, so consequently this nematode has a wider distribution than previously expected as has been found in two points separated more than 2000 km (Malaysia and Lao PDR). *M. diardinematus* has a prevalence of 23.08 % in 2010 and was absent in 2012 samples. We suggest the lack of reports in SEA is related to the small size and fragility of these worms if we compare with *A. cantonensis* (subgenus *Parastrongylus*) and *A. malaysiensis* (subgenus *Parastrongylus*), being its zoonotic potential known (Wang *et al.*, 2012).

A molecular study using mitochondrial gene cytochrome *c* oxidase subunit I (COI) of *M. diardinematus* confirms the validity of the genus *Malayometastrongylus* differing from

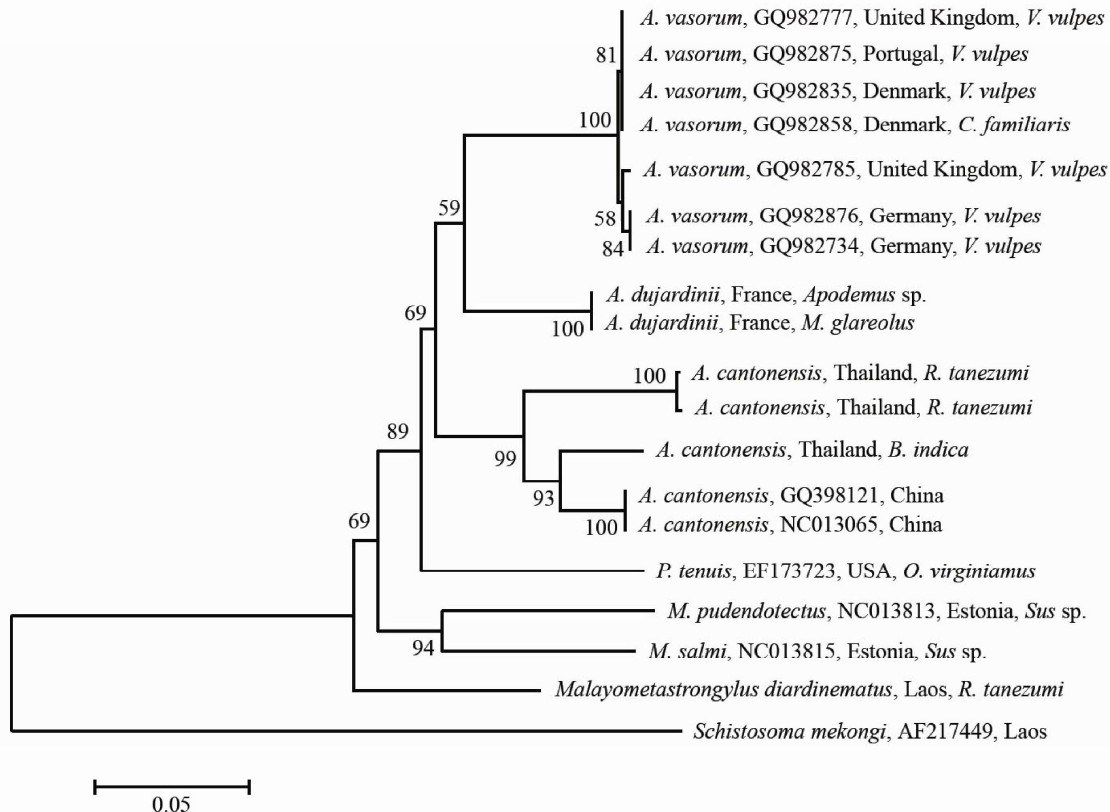


Fig. 1. Phylogeny tree using partial COI gene sequences by neighbour-joining (NJ) method

subgenus *Angiostrongylus* and *Parastrongylus* (Fig. 1). Our molecular results show that the phylogenetic analysis does not support the differentiation of the subgenus *Angiostrongylus* and *Parastrongylus* based in the mitochondrial gene COI as has also been concluded in previous studies (Eamsobhana *et al.*, 2010). Molecular analysis shows that *Malayometastrongylus* is placed in a separate clade distant of *Angiostrongylus* and *Parastrongylus* (Figure 1; Table 1). Future research should be addressed in solve the phylogenetic position of the other four angiostrongylid reported in SEA rodents to a better understanding of this group of nematodes. Additionally, the limited number of available sequences of COI gene in angiostrongylids despite its high diversity of genera reveals further to research for better understanding of phylogenetic relationships.

Acknowledgements

This study was supported by French ANR 11 CPEL 002, project BiodivHealthSEA, Local impacts and perceptions of global changes: Biodiversity, health and zoonoses in Southeast Asia (www.biodivhealthsea.org) and the French ANR Biodiversity ANR 07 BDIV 012, project CERoPath, Community Ecology of Rodents and their Pathogens in a changing environment (www.ceropath.org). A. Ribas was partially supported by 2014-SGR-1241 from the Catalan Government.

References

- ANTOLIN, M. M., JOSHI, R. C., SEBASTIAN, L. S., MARQUEZ, L. V., DUQUE, U. G., DOMINGO, C. J. (2006): Endo- and ectoparasites of the Philippine rice field rat, *Rattus tanezumi* Temminck, on PhilRice farms. *Int. Rice Res. Notes*, 31(1): 26 – 27. DOI: 10.3860/irrn.v31i1.1188
- APLIN, K. P., BROWN, P. R., JACOB, J., KREBS, C., SINGLETON, G. R. (2003): *Field methods for rodent studies in Asia and the Indo-Pacific*. Canberra: ACIAR Monograph (Vol. 100). Canberra: ACIAR Monograph.
- BHAIBULAYA, M., CROSS, J. H. (1971): *Angiostrongylus malaysiensis* (Nematoda: Metastrongylidae), a new species of rat lung-worm from Malaysia. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 2(4): 527 – 533.
- BHAIBULAYA, M., TECHASOPONMANI, V. (1972): Mixed infections of *Angiostrongylus* spp. in rats in Bangkok. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 3(3): 451
- CROOK, J. R., FULTON, S. E., SUPANWONG, K. (1968): Ecological studies on the intermediate and definitive hosts of *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935) in Thailand. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 62(1): 27 – 44
- EAMSOBHANA, P., LIM, P. E., SOLANO, G., ZHANG, H., GAN, H., YONG, H. S. (2010): Molecular differentiation of *Angiostrongylus* taxa (Nematoda: Angiostrongylidae) by cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene sequences. *Acta Trop.*, 116(2): 152 – 156. DOI: 10.1016/j.actatropica.2010.07.005
- FEDORKO, J. M. (1999): *Schistosoma japonicum* in the black rat, *Rattus rattus mindanensis*, from Leyte, Philippines in relation to *Oncomelania* snail colonies with reference to other endoparasites. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 30(2): 343 – 349
- FORONDA, P., LÓPEZ-GONZÁLEZ, M., MIQUEL, J., TORRES, J., SEGOVIA, M., ABREU-ACOSTA, N., FORONDA, P., LÓPEZ-GONZÁLEZ, M., MIQUEL, J., TORRES, J., SEGOVIA, M., ABREU-ACOSTA, N., CASANOVA, J. C., VALLADARES, B., MAS-COMA, S., BARGUES, M. D., FELIU, C. (2010): Finding of *Parastrongylus cantonensis* (Chen, 1935) in *Rattus rattus* in Tenerife, Canary Islands (Spain). *Acta Trop.*, 114(2): 123 – 127. DOI: 10.1016/j.actatropica.2010.02.004
- GALAN, M., PAGÉS, M., COSSON, J. F. (2012): Next-generation sequencing for rodent barcoding: species identification from fresh, degraded and environmental samples. *PLoS ONE*, 7(11): e4837. DOI: 10.1371/journal.pone.0048374
- GIBBONS, L. M., KRISHNASAMY, M. (1986): *Malayometastrongylus diardinematus* n. g., n. sp. (Metastrongyloidea: Angiostrongylidae) from *Rattus rattus diardii* in Malaysia and a redescription of *Thaiostrongylus harinasutai* Ohbayashi, Kamiya & Bhaibulaya, 1979. *Syst. Parasitol.*, 8(2): 107 – 115
- HALL, T. A. (1999): BioEdit: a user friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symp. Ser.*, 41: 95 – 98
- HERBRETEAU, V., JITTAPALAPONG, S., RERKAMNUAY-CHOKE, W., CHAVAL, Y., COSSON, J. F., MORAND, S. (2011): *Protocols for Field and Laboratory Rodent Studies* (Vol. 1, p. 46). Thailand: Kasetsart University Press.
- KAMIYA, M., OKU, Y., KATAKURA, K., KAMIYA, H., OHBAYASHI, M., ABE, H., SUZUKI, H., BHAIBULAYA, M. (1980): Report in the prevalence and experimental infections of *Angiostrongylus siamensis* Ohbayashi, Kamiya et Bhaibulaya, 1979, parasitic in the mesenteric arteries of rodents in Thailand. *Jpn. J. Vet. Res.*, 28(4): 114 – 121
- KRISHNASAMY, M., SINGH, K. I., AMBU, S., RAMACHANDRAN, P. (1980): Seasonal prevalence of the helminth fauna of the wood rat *Rattus tiomanicus* (Miller) in West Malaysia. *Folia Parasitol.*, 27(3): 231 – 235
- LEONG, T. S., LIAT, L. B., YAP, L. F., KRISHNASAMY, M. (1979): Parasite fauna of the house rat *Rattus rattus diardii* in Kuala Lumpur and nearby villages. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 10(1): 122 – 126
- LIAT, L. B., WAH, M. J., SINGH, M., HO, B. C., HIAN, Y. E. (1975): Distribution and ecological consideration of *Breintia booliati* infecting wild rodents in Malaysia. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 6(2): 241–246
- MARSHALL, J. T. (1988): Family Muridae: Rats and mice. In B. LEKAGUL & J. A. MC NEELY (Eds), *Mammals of Thailand* (pp. 397 – 487). Bangkok: Association for the Conservation of Wildlife.
- MOHD ZAIN, S. N., BEHNKE, J. M., LEWIS, J. W. (2012): Helminth communities from two urban rat populations in Kuala Lumpur, Malaysia. *Parasit. Vectors*, 5: 47. DOI: 10.1186/1756-3305-5-47
- NAMUE, C., WONGSAWAD, C. (1997): A survey of helminth infection in rats (*Rattus* spp) from Chiang Mai Moat. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 28(Suppl 1): 179 – 183

- NUR SYAZANA, M. T., MOHD ZAIN, S. N., JEFFERY, J. (2013): Biodiversity and macroparasitic distribution of the wild rat population of Carey Island, Klang. *Trop. Biomed.*, 30(2): 1 – 12
- OHBAIYASHI, M., KAMIYA, M., BHAIBULAYA, M. (1979): Studies on the parasite fauna of Thailand I. Two new metastrongylid nematodes, *Angiostrongylus siamensis* sp. n. and *Thaiostrongylus harinasutai* gen. et sp. n. (Metastrongyloidea; Angiostrongylidae) from wild rats. *Jpn. J. Vet. Res.*, 27(1 – 2): 5 – 10
- OHBAIYASHI, M., MACHIDA, M., KAMIYA, H., OKU, Y., ABE, H., KLONKAMNUANKARN, K. (1983): Incidence of *Angiostrongylus siamensis* in small mammals at Nakorn Nayok, Thailand. *Jpn. J. Vet. Res.*, 31(1): 49 – 50
- PAGÈS, M., CHAVAL, Y., HERBRETEAU, V., WAENG-SOTHORN, S., COSSON, J. F., HUGOT, J. P., MORAND, S., MICHAUX, J. (2010): Revisiting the taxonomy of the Rattini tribe: a phylogeny-based delimitation of species boundaries. *BMC Evolutionary Biology*, 184: DOI: 10.1186/1471-2148-10-184
- PIPITGOOL, V., SITHITHAWORN, P., PONGMUTTASAYA, P., HINZ, E. (1997): *Angiostrongylus* infections in rats and snails in northeast Thailand. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 28(Suppl 1): 190 – 193
- SCHACHER, J., CHEONG, C. (1960): Malaysian parasites. XLVII. Nematode parasites of three common house rat species in Malaya, with notes on *Rictularia tani* Hoeppli, 1929. In *Studies from the Institute for Medical Research, Federated Malay States* (Vol. 29, pp. 209 – 216)
- SINGH, M., CHEONG, C. (1971): On a collection of nematode parasites from Malayan rats. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 2(4): 516 – 522.
- TAMURA, K., PETERSON, D., PETERSON, N., STECHER, G., NEI, M., KUMAR, S. (2011): MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol. Biol. Evol.*, 28(10): 2731 – 2739. DOI: 10.1093/molbev/msr121
- THOMPSON, J. (1997): The CLUSTAL_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Res.*, 25(24): 4876 – 4882. DOI: 10.1093/nar/25.24.4876
- WANG, Q. P., WU, Z. D., WEI, J., OWEN, R. L., LUN, Z. R. (2012): Human *Angiostrongylus cantonensis*: an update. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.*, 31(4): 389 – 395. DOI: 10.1007/s10096-011-1328-5
- WIRORENO, W. (1978): Nematode parasites of rats in West Java, Indonesia. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 9(4): 520 – 525

RECEIVED JUNE 29, 2014

ACCEPTED AUGUST 24, 2014

6. Helminths of the Asian house shrew *Suncus murinus* from Cambodia

Autors: Marina Veciana, Kittipong Chaisiri, Serge Morand i Alexis Ribas

Any: 2012

Revista: *Cambodian Journal of Natural History*

Número: 2

Pàgines: 115-122

- *Resum i paraules clau*

L'estudi d'helminths de la musaranya asiàtica casolana (*Suncus murinus*) de Cambodja es va realitzar amb 39 individus capturats el 2009. Les espècies d'helminths recuperats inclouen una espècie de cestode (Hymenolepididae gen sp), una espècie de trematode (Echinostomatidae gen. sp.) i tres espècies de nematodes: *Aonchotheca minuta* (Capillariidae) (sin. *Capillaria minuta*), *Seuratum nguyenvanaii* (Seuratidae) i *Pseudophysaloptera* sp. (Physalopteridae). La prevalença general és del 66,67%, i Hymenolepididae gen. sp. és l'espècie amb una major prevalença (48,72%). Es proporcionen noves dades morfomètriques d'*Aonchotheca minuta* (Chen, 1937) i la primera referència de *S. nguyenvanaii* des de la seva descripció original. Proporcionem les primeres dades helmintològiques completes de *Suncus murinus* a Cambodja i una revisió de tots els estudis previs sobre helminths de la musaranya asiàtica casolana.

Paraules clau: Cambodja, Helminths, Suncus

Short Communication

Helminths of the Asian house shrew *Suncus murinus* from Cambodia

Marina VECIANA¹, Kittipong CHAISIRI², Serge MORAND³ and Alexis RIBAS^{1,4,*}

¹ Laboratory of Parasitology, Faculty of Pharmacy, University of Barcelona, Avda. Diagonal s/n, 08028 Barcelona, Spain.

² Department of Helminthology, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University, Bangkok 10400, Thailand.

³ Institut des Sciences de l'Evolution, UMR 5554 CNRS-IRDUM2, CC65, Université de Montpellier 2, Montpellier 34095, France, and Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

⁴ Biodiversity Research Institute, Faculty of Biology, University of Barcelona, Avda. Diagonal 645, 08028 Barcelona, Spain.

*Corresponding author. Email aribas@ub.edu

Paper submitted 4 July 2012, revised manuscript accepted 4 December 2012.

Although native to Southern and Southeast Asia, the Asian house shrew *Suncus murinus* Linnaeus, 1766 has been introduced to many other areas such as Japan and many parts of Africa (Hutterer *et al.*, 2008). These shrews are commensal with humans and are primarily found near human habitation and other synanthropic habitats such as rice fields and grain warehouses (Corbet & Hill, 1992).

The only previous study to cover the multiple groups of helminths that parasitise *S. murinus* within its native range was conducted in Taiwan by Tung *et al.* (2009), who reported two cestodes and four nematodes. Other studies have reported on just one class of helminths, either Cestoda (Crusz & Sanmugasunderam, 1971, in Sri Lanka; Sawada & Harada, 1989, in Taiwan) or Nematoda (Chen, 1937a, in Southern China; Sapong, 1963, in Taiwan). In addition, there have been a number of studies of specific helminth species, including a study of *Pseudophysaloptera riukiwana* in Japan (Lincicome & McConaughy, 1948), the description of *Seuratum nguyenvanaii* from Vietnam (Le, 1964) and the first report of three *Hymenolepis* species in *Suncus murinus* in Afghanistan (Vaucher & Tenora, 1971). Studies of the parasitic worms in introduced populations of *S. murinus* include the work

by Barré & Moutou (1982) on the island of Réunion, in which one cestode (*Staphylocystis suncusensis*) and two nematodes (*Pseudophysaloptera soricina* and *Aonchotheca minuta*) were reported.

The aims of the present study were: (1) to provide the first descriptive data of the helminth fauna of *Suncus murinus* from Cambodia, and (2) to collate data from all previous studies on the helminth parasites of *S. murinus* throughout its natural distribution range.

This study was conducted using specimens collected during 2009 in Veal Renh, Sihanoukville, Kampong Saom Province, Cambodia (10°71.67'N, 103°86.54'E). The shrews were captured with locally made, baited cage traps or Sherman traps. Traps containing shrews were labelled to indicate the place and date of capture and then transported to the field laboratory. There, the shrews were euthanised with an inhalant anaesthetic inside a closed container and dissected. We followed the protocols suggested by Herbreteau *et al.* (2011), which aim to guarantee the health of field parasitologists and ensure the generation of quality data. Viscera were preserved in 70% ethanol in the field laboratory. To collect the helminth parasites, samples were dissected under a binocular stereo microscope. Nematodes were studied

CITATION: Veciana, M., Chaisiri, K., Morand, S. & Ribas, A. (2012) Helminths of the Asian house shrew *Suncus murinus* from Cambodia. *Cambodian Journal of Natural History*, **2012**, 115–122.

using Amman lactophenol wet mounts in depression slides, while for cestodes the hooks were counted and measured from samples in Amman lactophenol. Trematodes were isolated and preserved in 70% ethanol and later stained with Acetic Carmine and Fast Green dye and mounted in Canada Balsam. All helminth samples were examined under a microscope and identified on the basis of their morphological characteristics and measurements (in micrometres, μm). All photographs were taken using a microscope-mounted camera.

This study also examined previous reports of helminths in the Asian house shrew in Asia. We found references in the database of the Natural History Museum in London, UK (www.nhm.ac.uk), and in the databases of other entities such as the National Center for Biotechnology Information (NCBI), the U.S. National Library of Medicine (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed) and Science Direct (www.sciencedirect.com) using keywords referring to *S. murinus* and its synonyms.

Thirty-nine individuals of *Suncus murinus* (21 males, 16 females and two of undetermined sex) were trapped. Five helminth species were recovered, with a mean intensity of 10 worms per infected host. Helminth species included one cestode, Hymenolepididae gen. sp. (Fig. 1a), three nematodes – *Aonchotheca minuta* (Capillariidae) (syn. *Capillaria minuta*) (Fig. 1b–g), *Pseudophysaloptera* sp. (Physalopteridae) (Fig. 1h) and *Seuratium nguyenvanaii* (Seuratidae) (Fig. 1i–j) – and one trematode, Echinostomatidae gen. sp. (Fig. 1k).

These are the first data on the parasitic helminths of *Suncus murinus* from Cambodia, and only the second study (after Tung *et al.*, 2009) to consider the whole helminth spectrum of the Asian house shrew. Data on the prevalence, abundance, mean intensity and range of all these helminth species are given in Table 1. The general prevalence was 66.67% of shrews had one or more helminth parasite. The hymenolepidid cestode was the most prevalent species (present in 48.72% of shrews, with a mean intensity of 10.54 individuals per infected shrew), while the echinostomatid trematode had the lowest prevalence (only 2.56% of shrews infected).

In Table 2 the measurements of *Aonchotheca minuta* found in *Suncus murinus* from Cambodia are compared to the measurements in the original description of this parasite by Chen (1937b). Although there are differences in the non-diagnostic characters, similar values were found in spicule length (a diagnostic character). The nematode *A. minuta* was originally described as *Capillaria minuta* in Vietnam and was later reported in Taiwan by Sapong (1963). The present study represents only the second record of this species from Southeast Asia.

Table 1 Prevalence (percentage of shrews infected), mean abundance (mean number of individuals per shrew), mean intensity and range (number of individuals in infected shrews only) for parasitic helminths in *Suncus murinus* from Cambodia.

Taxon	Prevalence (%)	Mean Abundance $\pm$ SD	Mean Intensity $\pm$ SD	Range
Cestoda				
Hymenolepididae gen. sp.	48.72 (n = 19)	4.92 $\pm$ 1.56	10.11 $\pm$ 7.31	1–41
Nematoda				
<i>Aonchotheca minuta</i>	33.33 (n = 13)	3.51 $\pm$ 1.09	10.54 $\pm$ 6.29	2–26
<i>Seuratium nguyenvanaii</i>	7.69 (n = 3)	0.13	1.67	1–2
<i>Pseudophysaloptera</i> sp.	5.13 (n = 2)	1.21	23.50	15–32
Trematoda				
Echinostomatidae gen. sp.	2.56 (n = 1)	0.15	6	6

Table 2 Measurements of *Aonchotheca minuta* in *Suncus murinus* from Cambodia and the measurements given in the original description by Chen (1937b). Mean values are given in parentheses.

	This study		Chen (1937b)	
	Male	Female	Male	Female
Total length, μm	3,610–4,264 (3,855) (n = 3)	5,783–3,550 (4,121) (n = 11)	5,300	7,750
Oesophagus length, μm	–	1,743–2,437 (2,203) (n = 12)	2,580	3,130
Spicule length, μm	353–402 (353) (n = 2)	–	290	–
Length from vulva posterior to end of oesophagus, μm	–	25–49 (38) (n = 11)	–	66
Width at vulva, μm	–	35–45 (40) (n = 13)	–	–
Egg length $\times$ width, μm	–	39–54 $\times$ 16–24 (48 $\times$ 21) (n = 53)	–	53 $\times$ 24
Total number of eggs	–	16–58 (34) (n = 13)	–	12–20

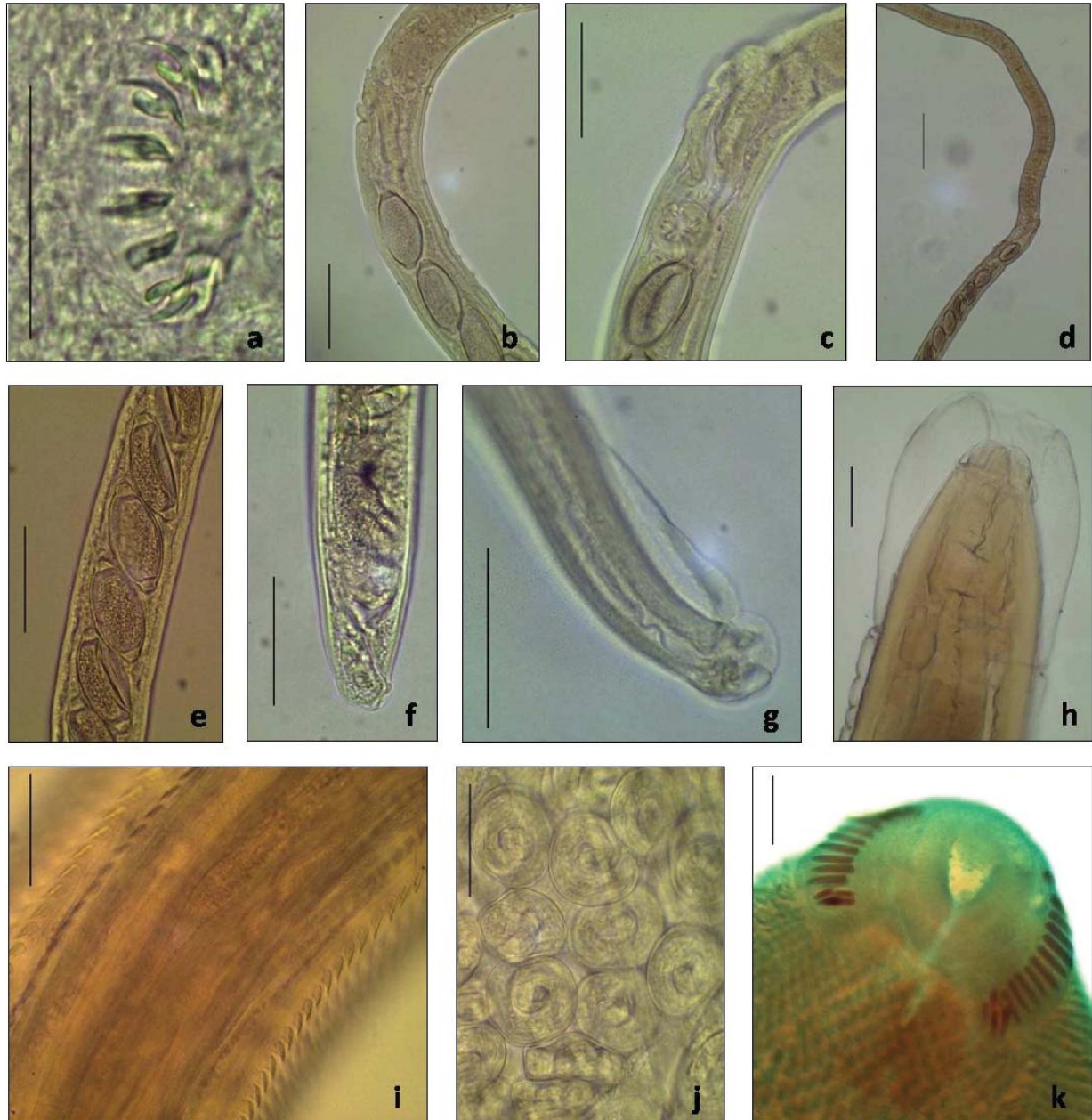


Fig. 1 a. Detail of the scolex of Hymenolepididae gen. sp. (x40, scale bar 50 μ m); b. Vulva of *Aonchotheca minuta* (x10, scale bar 100 μ m); c. Detail of the vulva appendage of *A. minuta* (x40, scale bar 50 μ m); d–e. Detail of *A. minuta* eggs (x40, scale bar 50 μ m); f. Posterior end of *A. minuta* female (x40, scale bar 50 μ m); g. Posterior end of *A. minuta* male (x40, scale bar 50 μ m); h. Anterior end of *Pseudophysaloptera* sp. female (x10, scale bar 100 μ m); i. Detail of spines on *Seuratium nguyenvanaii* (x10, scale bar 50 μ m); j. Detail of embryonated eggs of *S. nguyenvanaii* (x40, scale bar 50 μ m); k. Anterior end with spines of Echinostomatidae gen. sp. (x10, scale bar 100 μ m).

Although several species of *Pseudophysaloptera* have previously been reported in *S. murinus* and other shrews from Asia (Table 4), we believe that a re-evaluation of the *Pseudophysaloptera* species in Asian house shrews will probably lead to the synonymy of some of these species.

The measurements obtained from two female *Seuratium nguyenvanaii* were compared with the measurements given by Le (1964) in the original description and were found to have similar values: distance of cuticular dentate bands from the anterior end (98 μ m vs 120 μ m),

Table 3 Cestodes reported in *Suncus murinus* in its natural range. ¹Sawada *et al.* (1993); ²Sawada (1999); ³Vaucher & Tenora (1971); ⁴Nama (1990); ⁵Tung *et al.* (2009); ⁶Sawada & Yasuma (1994); ^{7a}Sawada & Koyasu (1991a); ^{7b}Sawada & Koyasu (1991b); ⁸Sawada & Oda (1993); ⁹Shafi & Rehana (1986); ¹⁰Crusz & Sanmugasunderam (1971); ¹¹Sawada & Harada (1994); ¹²Gupta & Parmar (1988); ¹³Sawada (1997); ¹⁴Sawada & Ohono (1993); ¹⁵Sawada & Hasegawa (1992); ¹⁶Olsen & Kuntz (1978); ¹⁷Sawada & Harada (1989); ¹⁸Sawada & Hasegawa (1993); ¹⁹Noor & Rehana (1995); ²⁰Noor (2001); ²¹Meggitt (1927).

Taxon (Cestoda)	Afghanistan	Borneo	Myanmar	India	Japan	Java	Nepal	Pakistan	Sri Lanka	Taiwan	Thailand
FAMILY ANOPLOCEPHALIDAE											
<i>Mathevotaenia sanchorensis</i> (Nama & Khichi, 1975)	–	–	–	1,2	–	–	–	–	–	–	–
FAMILY DAVAINIIDAE											
<i>Raillietina madagascariensis</i> (Davaine, 1869)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
FAMILY HYMENOLEPIDIDAE											
<i>Hymenolepis</i> sp.	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Hymenolepis calva</i> (Cruz & Nuguliyadda, 1978)	–	–	–	–	–	–	–	–	4	–	–
<i>Hymenolepis diminuta</i> (Rudolphi, 1819)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–
<i>Hymenolepis furcata</i> (Stieda, 1862)	–	2,6	1,2	–	8	2	–	–	–	1,2,7a	–
<i>Hymenolepis jacobsoni</i> (Linstow, 1907)	1,2,3,4	–	–	1,2	–	1,2,4	–	1,2,9	–	–	–
<i>Hymenolepis mujibi</i> (Bilqees & Malik, 1974)	4	–	–	–	–	–	–	1,2,4	–	–	–
<i>Hymenolepis sunci</i> (Crusz & Sanmugasunderam, 1971)	1,2,3,4	–	–	–	–	–	–	–	2,10	–	–
<i>Pseudhymenolepis</i> sp.	–	2	–	–	8,11	–	–	–	–	–	–
<i>Pseudhymenolepis eisenbergi</i> (Crusz & Sanmugasunderam, 1971)	–	–	–	–	–	–	–	–	1,2,10	–	–
<i>Pseudhymenolepis guptai</i> (Gupta & Singh, 1988)	–	–	–	1,2,12	–	–	–	–	–	–	–
<i>Pseudhymenolepis nepalensis</i> (Sawada & Koyasu, 1991)	–	–	–	–	–	–	1,7b,13	–	–	–	–
<i>Rodentolepis</i> sp.	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
<i>Rodentolepis nana</i> (Siebold, 1852)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	1,2
<i>Staphylocystis sindensis</i> (Nama, 1979)	–	–	–	1,2	–	–	–	–	–	–	–
<i>Staphylocystis delicata</i> (Sawada & Koyasu, 1991)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,2,7a,13	–
<i>Staphylocystis magnisaccus</i> (Sawada & Ohono, 1993)	–	2,6	–	2,14	8	2	–	–	–	–	–
<i>Staphylocystis indicus</i> (Nanda & Malhotra, 1990)	–	–	–	1,2,13	–	–	–	–	–	–	–
<i>Staphylocystis kathmanduensis</i> (Sawada, Koyasu & Shrestha, 1993)	–	2,6	–	2,14	8	2	1	–	–	–	–
<i>Staphylocystis multihamata</i> (Sawada & Ohono, 1993)	–	2,6	–	13,14	8	2	1	–	–	–	–
<i>Staphylocystis suncusensis</i> (Olsen & Kuntz, 1978)	–	–	–	–	1,2,15	–	–	–	–	1,2,16	–
<i>Staphylocystis trisuliensis</i> (Sawada, Koyasu & Shrestha, 1995)	–	–	–	–	–	–	1,2,13	–	–	–	–
<i>Vampirolepis allahabadensis</i> (Srivastava & Pandey, 1982)	–	–	–	1,2	–	–	–	–	–	–	–
<i>Vampirolepis bahli</i> (Singh, 1957)	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–
<i>Vampirolepis gracilistrobila</i> Sawada & Harada, 1989	–	–	–	–	1,2,18	–	–	–	–	1,2,13,17	–
<i>Vampirolepis jakounezumi</i> (Sawada & Hasegawa, 1992)	–	–	–	–	2,11,13,15,18	–	–	–	–	–	–
<i>Vampirolepis microsclex</i> (Sawada & Koyasu, 1991)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,2,13,17	–
<i>Vampirolepis molus</i> (Srivastava & Capoor, 1979)	–	–	–	1,2	–	–	–	–	–	–	–
<i>Vampirolepis montana</i> (Crusz & Sanmugasunderam, 1971)	–	–	–	–	–	–	–	–	1,2,10	–	–
<i>Vampirolepis murini</i> (Noor & Rehana, 1995)	–	–	–	–	–	–	–	19,20	–	–	–
<i>Vampirolepis okinawaensis</i> (Sawada & Hasegawa, 1992)	–	–	–	–	1,2,13,15	–	–	–	–	–	–
<i>Vampirolepis sessilhamata</i> Sawada & Harada, 1989	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,2,13,17	–
<i>Vampirolepis sunci</i> Sawada & Harada, 1989	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,2,13,17	–
<i>Weinlandia minutissima</i> (Meggitt, 1927)	–	–	1,2	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Weinlandia solitaria</i> (Meggitt, 1927)	–	–	1,2,21	–	–	–	–	–	–	–	–

Table 4 Nematodes reported in *Suncus murinus* in its natural range. ¹Sapong (1963); ²Le & Pham (1968); ³Ding *et al.* (1993); ⁴Tung *et al.* (2009); ⁵Shimabukuro *et al.* (1995); ⁶Farooqui & Ali (1965b); ⁷Noor (2001); ⁸Lincicome & McConnaughey (1948); ⁹Chen (1937a); ¹⁰Le (1964); ¹¹Singh (1934); ¹²Smith & Little (1973); ¹³Justine (1992); ¹⁴Mirza & Narayan (1935); ¹⁵Durette-Desset (1973); ¹⁶Sood (1972).

Taxon (Nematoda)	China	India	Japan	Malaysia	Nepal	Pakistan	Taiwan	Thailand	Vietnam
FAMILY ANCYLOSTOMATIDAE									
<i>Ancylostoma</i> spp.	–	–	–	1	–	–	–	–	–
FAMILY GONGYLONEMATIDAE									
<i>Gongylonema bigeti</i> (Le & Pham, 1968)	–	–	–	–	–	–	–	–	2
FAMILY GNATHOSTOMATIDAE									
<i>Gnathostoma hispidum</i> (Fedstchenko, 1872)	3	–	–	–	–	–	–	–	–
FAMILY HELIGMONELLIDAE									
<i>Nippostrongylus brasiliensis</i> (Travassos, 1914)	–	–	–	–	–	–	4	–	–
FAMILY METASTRONGYLIDAE									
<i>Parastrongylus cantonensis</i> (Chen, 1935)	5	–	–	–	–	–	4	–	–
FAMILY PHYSALOPTERIDAE									
<i>Physaloptera</i> sp. (Rudolphi, 1819)	–	–	–	–	–	–	4	–	–
<i>Pseudophysaloptera indiana</i> (Farooqui & Ali, 1965)	–	6	–	–	–	–	–	–	–
<i>Pseudophysaloptera petaloidi</i> (Rehana, 1981)	–	–	–	–	–	7	–	–	–
<i>Pseudophysaloptera riukiuana</i> (Lincicome & McConnaughey, 1948)	–	–	8	–	–	–	–	–	–
<i>Pseudophysaloptera soricina</i> (Baylis, 1934)	9	–	–	–	–	–	–	–	–
FAMILY SEURATIDAE									
<i>Seuratum nguyenvanaii</i> (Le, 1964)	–	–	–	–	–	–	–	–	10
FAMILY SPIROCERCIDAE									
<i>Cylicospirura strasseni</i> (Singh, 1934)	–	11	–	–	–	–	–	12	–
<i>Spirocerca lupi</i> (Rudolphi, 1809)	–	13	–	–	–	–	–	–	–
FAMILY STRONGYLOIDEA									
<i>Strongyloides akbari</i> (Mirza & Narayan, 1935)	–	–	14	–	–	–	–	–	–
<i>Strongyloides ratti</i> (Sandground, 1925)	–	–	–	–	–	–	14	–	–
<i>Suncinema murini</i> (Durette-Desset, 1973)	–	–	–	–	15	–	–	–	–
FAMILY TRICHINELLIDAE									
<i>Capillaria caeruleaii</i> (Sood, 1972)	–	16	–	–	–	–	–	–	–
<i>Capillaria ohbayashii</i> (Justine, 1992)	–	–	–	–	13	–	–	–	–
FAMILY TRICHURIDAE									
<i>Aonchotheca minuta</i> (Chen, 1937)	–	–	–	–	–	–	1	–	–

oesophagus anterior width (64 μm vs 72 μm), oesophagus mid-section width (46 μm vs 57 μm), oesophagus distal width (94 μm vs 110 μm) and total oesophagus length (1,089 μm vs 1,000 μm). Embryonated eggs differed slightly and measured 39 μm (33–50 μm) $\times$ 44 μm (39–52 μm) (vs 50 μm $\times$ 57 μm). This study contains the first report of the nematode *S. nguyenvanaii* since its original description in *Suncus murinus* from Vietnam (see Table 4), which suggests that this nematode has a wider distribution than previously thought.

The echinostomatid trematode we obtained had an interrupted crown of 34 spines (see Fig. 1k). In South-

east Asia, echinostomes are considered to be food-borne intestinal flukes that parasitise the human intestinal tract (Chai *et al.*, 2009). Our results suggest that, as in commensal rodents, shrews that are associated with humans also play a role in perpetuating the life cycle of echinostomes in human settlements. To date, the only reports of *Artyfechinostomum malayanum* (Leiper, 1911) in *S. murinus* are from Malaysia (Lie, 1963), the Philippines (Monzon & Kitikoon, 1989) and Thailand (Namue & Wongsawad, 1997). The echinostomatids reported in rodents from Southeast Asia are as follows: *Echinostoma cinetorchis* (Ando & Ozaki, 1923) from Vietnam (Nguyen, 1991), *E. ilocanum* (Garrison, 1908) from the Philippines

Table 5 Trematodes reported in *Suncus murinus* in its natural range. ¹Hasegawa *et al.* (1986); ²Lie (1963); ³Monzon & Kitikoon (1989); ⁴Namue & Wongsawad (1997); ⁵Sapong (1963); ⁶Sudomo (1984).

Taxon (Trematoda)	China	Indonesia	Japan	Malaysia	Philippines	Thailand
FAMILY BRACHILAIMIDAE						
<i>Brachylaima ishigakense</i> (Kamiya & Machida, 1977)	–	–	1	–	–	–
FAMILY ECHINOSTOMATIDAE						
<i>Artyfechinostoma malayanum</i> (Leiper, 1911)	–	–	–	2	3	4
FAMILY PLAGIORCHIIDAE						
<i>Plagiorchis</i> sp.	5	–	–	–	–	–
FAMILY SCHISTOSOMATIDAE						
<i>Schistosoma japonicum</i> (Katsurada, 1904)	–	6	–	–	–	–

(Namue & Wongsawad, 1997) and Thailand (Cross & Basaca-Sevilla, 1986), and *A. malayanum* from Malaysia (Sinniah, 1979). Our record of an echinostomatid in *S. murinus* is only the second such record. Although *A. malayanum* has been reported previously in the Asian house shrew (in Lie, 1963, see Table 5), the examples we examined from Cambodia had 34 collar spines, which does not agree with the number previously reported in *A. malayanum* (41 spines: Tesana *et al.*, 1987; 43 spines: Belizario *et al.*, 2007). Furthermore, the helminths we found do not correspond to other Echinostomatidae reported in rodents from Southeast Asia (*E. cinetorchis* with 37–38 spines: Lee *et al.*, 1992; *E. ilocanum* with 49–51 collar spines: Belizario *et al.*, 2007).

Due to the conditions in which our samples were preserved (70% ethanol), we were unable to determine which species of hymenolepidid cestode we had captured. This species had 12 rostral hooks and a mean length of 19 μ m (18–20 μ m). Many species of hymenolepidids have been reported in Asian house shrews in Asia (Table 3).

Two genera of platyhelminthes – *Hymenolepis* and *Echinostoma* – have been identified as the possible origin of zoonotic helminthiases (Belizario *et al.*, 2007; Warwick *et al.*, 2012). However, due to the mild clinical symptoms that occur in human patients – mainly in cases of heavy infections that can cause damage to the intestinal

mucosa, abdominal pain, diarrhoea and vomiting – these helminthiases may be regarded as neglected diseases.

The lack of research on helminths in small mammals in Cambodia (to date, studied only in rodents by Chaisiri *et al.*, 2010, and shrews in the present study) makes further health-related helminthological surveys necessary. We hope that such studies will provide greater understanding of helminth diversity and lead to the description of new helminth species.

This study was supported by ANR 11 CPEL 002, project BiodivHealthSEA (*Local Impacts and Perceptions of Global Changes: Biodiversity, Health and Zoonoses in South-east Asia*) and the French ANR Biodiversity ANR 07 BDIV 012, project CERoPath (*Community Ecology of Rodents and their Pathogens in a Changing Environment*). A. Ribas was partially supported by 2009-SGR-403 awarded by the Government of Catalonia (Spain). We thank J. Carretero for his collaboration in laboratory work.

References

- Barré, N. & Moutou, I. (1982) Helminthes des animaux domestiques et sauvages de La Réunion: Inventaire et rôle pathogène: I. Mammifères. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, **35**, 43–55.
- Belizario, V.Y., Geronilla, G.G., Anastacio, M.B.M., de Leon, W.U., Suba-an, A.P., Sebastian, A.C. & Bangs, M.J. (2007) *Echinostoma malayanum* infection, the Philippines. *Emerging Infectious Diseases*, **13**, 1130–1131.
- Chai, J.Y., Shin, E.-H., Lee, S.H. & Rim, H.J. (2009) Foodborne intestinal flukes in Southeast Asia. *Korean Journal of Parasitology*, **47**, S69–S102.
- Chaisiri, K., Chaeychomsri, W., Siruntawinetti, J., Bordes, F., Herbreteau, V. & Morand S. (2010) Human-dominated habitats and helminth parasitism in Southeast Asian murids. *Parasitology Research*, **107**, 931–937.
- Chen, H.T. (1937a) Some parasitic nematodes from mammals of South China. *Parasitology*, **29**, 419–434.
- Chen, H.T. (1937b) New species of *Capillaria* (Nematoda: Trichuroidea) from the Chinese shrew, *Suncus coerulus*. *Lingnan Science Journal*, **16**, 149–153.
- Corbet, G.B. & Hill, J.E. (1992) *The Mammals of the Indomalay region: a Systematic Review*. Natural History Museum Publications, Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Cross, J.H. & Basaca-Sevilla, V. (1986) Studies on *Echinostoma ilocanum* in the Philippines. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, **17**, 23–27.
- Crusz, H. & Sanmugasunderam, V. (1971) Parasites of the relict fauna of Ceylon. II. New species of Cyclophyllidean cestodes from small hill-vertebrates. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, **46**, 575–588.
- Ding, B.L., Ding, A.A., Ding, B.B., Ding, C.C. & Notincelsetal, D.D. (1993) Investigation on the final host (mouse) of *Angios-*

- trongylus cantonensis* in a farm of Xuwen County, Guangdong Province. *Annual Bulletin of the Society of Parasitology*, **14**–**15**, 148–149.
- Durette-Desset, M.C. (1973) Nouveaux Nématodes Trichostongyloidea, parasites d'insectivores soricidés de Nepal, description de *Suncinema murini* n. gen., n. sp., forme relique montrant les liens qui unissent les Molineinae et certains Héliomosomes. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 3ème série, **155**, 754–774.
- Farooqui, N. & Ali, S.M. (1965a) On *Pseudophysaloptera formosana formosana* (Yokogawa, 1922) Lincicome, 1948 from *Sorex perroteti* in India. *Journal of Helminthology*, **39**, 203–206.
- Farooqui, N. & Ali, S.M. (1965b) A new species of the genus *Pseudophysaloptera* Baylis, 1934, from *Sorex minutus* in India. *Journal of Helminthology*, **39**, 197–202.
- Gupta, V. & Parmar, S. (1988) On two new species of cestodes of the families Hymenolepididae and Dilepididae from mammals of India. *Indian Journal of Helminthology*, **40**, 165–171.
- Hasegawa, H., Asato, R. & Iwatsuki, N. (1986) Helminth fauna of insectivores and rodents on Okinawa Island, Japan. *Biological Magazine, Okinawa*, **24**, 7–16.
- Herbretreau V., Jittapalapong S., Rerkamnuaychoke W., Chaval Y., Cosson J.-F. & Morand, S. (eds) (2011) *Protocols for Field and Laboratory Rodent Studies*. http://www.ceropath.org/FichiersComplementaires/Herbretreau_Rodents_protocols_2011.pdf [accessed 1 July 2012].
- Hutterer, R., Molur, S. & Heaney, L. (2008) *Suncus murinus*. In 2012 IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <http://www.iucnredlist.org/details/41440/0> [accessed 1 July 2012].
- Justine, J.L. (1992) Une nouvelle espèce de nematode Capillariinae parasite de soricidés (Mammalia, Insectivora) au Nepal. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, **67**, 9–18.
- Le V.H. (1964) Étude d'une nouvelle espèce de Seuratidae, *Seuratum nguyenwanaii* n. sp. dans l'intestin de la musaraigne (*Suncus murinus*) au Viet-Nam. *Bulletin de la Société de pathologie exotique et de ses filiales*, **57**, 138–150.
- Le V.H. & Pham N.K. (1968) Un nouveau parasite *Gongylonema biqueti* n. sp., parasites des musaraignes, *Suncus murinus* (L.) du Sud Vietnam. *Bulletin of the Exotic Pathology Society*, **61**, 462–468.
- Lee, S.H., Jun, H.S., Sohn, W.M. & Chai, J.Y. (1992) Tegumental ultrastructure of juvenile and adult *Echinostoma cinetorchis*. *Kisaengchunghak Chapchi*, **30**, 65–74.
- Lie, K.J. (1963) Studies on Echinostomatidae in Malaya IV. The animal hosts of *Echinostoma malayanum* Leiper, 1911 (Trematoda). *Zeitschrift für Parasitenkunde*, **23**, 136–140.
- Lincicome, D.R. & McConnaughey, B.H. (1948) A new nematode of the genus *Pseudophysaloptera* from an Okinawan shrew. *Pacific Science*, **2**, 239–242.
- Meggit, F.J. (1927) On cestodes collected in Burma. *Parasitology*, **19**, 141–152.
- Mirza, M.B. & Narayan, S.S. (1935) *Strongyloides akbari* n. sp. – a new nematode parasite from *Crociodura coerulea*, with a note on some species of the genus *Strongyloides*. *Proceedings: Plant Sciences*, **2**, 503–507.
- Monzon, R.B. & Kitikoon, V. (1989) *Lymnaea (Bullastra) cumingiana* Pfeiffer (Pulmonata: Lymnaeidae): second intermediate host of *Echinostoma malayanum* in the Philippines. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, **20**, 453–460.
- Nama, H.S. (1990) An overview of the tapeworm genus *Hymenolepis* Weinland, 1958 *sensu lato* from arid and non-arid regions. *Scientific Reviews on Arid Zone Research*, **7**, 1–80.
- Namue, C. & Wongsawad, C. (1997) Survey of helminth infection in rats (*Rattus* spp) from Chiang Mai Moat. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, **28**, 179–183.
- Nguyen, T.L. (1991) *The Trematode of Birds and Mammals in South Vietnam*. Tap Chi Sinh Hoc, Vietnam.
- Noor, U.N. (2001) *Studies on Helminth Parasites of Commensal and Field Rats in Karachi and Some Districts of Sindh*. Department of Zoology, University of Karachi, Pakistan.
- Noor, U.N. & Rehana, R. (1995) *Vampirolepis murini* sp. nov. (Cestoda: Hymenolepididae), a new tape-worm parasite of *Suncus murinus* from Pakistan. *Zoological Studies*, **34**, 136–140.
- Olsen, O.W. & Kuntz, R.E. (1978) *Staphylocystis (Staphylocystis) suncusensis* sp. n. (Cestoda: Hymenolepididae) from the musk shrew, *Suncus murinus* (Soricidae), from Taiwan, with a key to the known species of *Staphylocystis* Villot, 1877. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, **45**, 182–189.
- Sapong, D. (1963) *Nematodes parasitic in Suncus murinus and Bandicota nemorivaga from Formosa*. MSc thesis, Department of Parasitology, McGill University, Canada.
- Sawada, I. (1997) Check-list of new cestode species recorded by Sawada. *Nara Sangyo University Journal of Industry and Economics*, **11**, 111–127.
- Sawada, I. (1999) A checklist of cestode species from Asian Insectivora. *Nara Sangyo University Journal of Industry and Economics*, **13**, 109–157.
- Sawada, I. & Harada, M. (1989) Cestode parasites of some Taiwanese shrews. *Zoological Science*, **6**, 377–385.
- Sawada, I. & Harada, M. (1994) Cestode parasites of the house shrew, *Suncus murinus* on Ishigaki Jima. *Nara Sangyo University Journal of Industry and Economics*, **8**, 37–42.
- Sawada, I. & Hasegawa, H. (1992) Cestode parasites of insectivores on Okinawa Island, Japan. *Journal of Industrial Economics, Humanities, Natural Science and Physical Science (Nara Sangyo University)*, **6**, 31–36.
- Sawada, I. & Hasegawa, H. (1993) Further studies on tapeworms of the shrews on Okinawa Island, Japan. *Nara Sangyo University Journal of Industry and Economics*, **7**, 77–80.
- Sawada, I. & Koyasu, K. (1991a) Further studies on cestode parasites of Taiwanese shrews. *Bulletin of Nara Sangyo University*, **7**, 131–142.
- Sawada, I. & Koyasu, K. (1991b) *Pseudhymenolepis nepalensis* sp. nov. (Cestoda: Hymenolepididae) parasitic on the house shrew, *Suncus murinus* (Soricidae) from Nepal. *Zoological Science*, **8**, 575–578.

- Sawada, I. & Oda, S. I. (1993) Cestode parasites of the house shrew, *Suncus murinus* on Java Island, Indonesia. *Bulletin of the Biogeographical Society of Japan*, **48**, 40–48.
- Sawada, I. & Ohono, N. (1993) Some cestode parasites from the Indian house musk shrew, *Suncus murinus*. *Japanese Journal of Parasitology*, **42**, 381–387.
- Sawada, I. & Yasuma, S. (1994) Cestode parasites of the house shrew, *Suncus murinus* from East Kalimantan, Indonesia. *Bulletin of Nara Sangyo University*, **10**, 153–158.
- Sawada, I., Koyasu, K. & Shrestha, K.C. (1993) Two new species of the genus *Staphylocystis* (Cestoda: Hymenolepididae) from the house shrew, *Suncus murinus*, in Nepal. *Zoological Science*, **10**, 147–154.
- Shafi, M.M. & Rehana, R. (1986) New record of *Hymenolepis jacobsoni* (Linstow, 1907) from Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, **18**, 327–328.
- Shimabukuro, I., Hasegawa, H., Kobayashi, J., Hongvanthong, B. & Sato, Y. (1995) Redescription of *Strongyloides akbari* Mirza and Narayan, 1935 (Nematoda: Strongyloididae), an ovoviparous parasite of *Suncus murinus* (Insectivora). *Japanese Journal of Parasitology*, **44**, 298–305.
- Singh, S.N. (1934) *Castronodus strassenii* g. et sp. n., a new nematode parasite of *Crocidura caerulea*, the common musk-shrew or as it is usually called musk-rat. *Current Science*, **2**, 287.
- Sinniah, B. (1979) Parasites of some rodents in Malaysia. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, **10**, 115–121.
- Smith, P.C. & Little, M.D. (1973) *Cylicospirura strasseni* in the Asian house shrew (*Suncus murinus*) in Thailand. *The Journal of Parasitology*, **59**, 793–796.
- Sood, M.L. (1972) *Capillaria caerulea* n. sp. (Nematoda: Trichuridae) from a grey musk shrew, *Crocidura caerulea* from Lucknow, India. *Zoologische Anzeiger*, **188**, 97–100.
- Sudomo, M. (1984) Ecology of schistosomiasis in Indonesia with certain aspects of control. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, **15**, 471–474.
- Tesana, S., Kanla, P., Maleewong, W. & Kaewkes, S. (1987) Scanning electron microscopy of adult *Echinostoma malayanum*. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, **18**, 233–240.
- Tung, K.C., Hsiao, F.C., Yang, C.H., Chou, C.C., Lee, W.M., Wang, K.S. & Lai, C.H. (2009) Surveillance of endoparasitic infections and the first report of *Physaloptera* sp. and *Sarcocystis* spp. in farm rodents and shrews in Central Taiwan. *Journal of Veterinary Medical Science*, **71**, 43–47.
- Vaucher, C. & Tenora, F. (1971) Sur trois *Hymenolepis* (Cestoda) parasites de *Suncus murinus* L. en Afganistan. *Acta Universitatis Agriculturae, Facultas Agronomica*, **19**, 337–341.
- Warwick, C., Arena, P.C., Steedman, C. & Jessop, M. (2012) A review of captive exotic animal-linked zoonoses. *Journal of Environmental Health Research*, **12**, 9–21.

IV. DISCUSSIÓ i CONCLUSIONS

En aquest capítol presentem els resultats i conclusions de les publicacions que formen part d'aquesta tesi en una discussió global. Ordenarem els resultats i conclusions seguint el mateix criteri temàtic que hem seguit fins ara

L'estudi detallat d'alguns dels helmints trobats en rosegadors, a les diferents expedicions a Cambodja, Laos i Tailàndia, ha permès descriure tres espècies noves per la ciència, concretament i per ordre cronològic *Protospirura siamensis* (Ribas *et al.*, 2012), *Breinlia* (*Breinlia*) *jittapalapongi* (Veciana *et al.*, 2015) i *Aonchotheca yannickchavali* (Veciana *et al.*, 2016, en revisió).

La nostra recerca bibliogràfica mostra que els nematodes paràsits del gènere *Protospirura* s'han citat en varies localitats del SEA sense determinar-los a nivell d'espècie (7,26,29,70,71). Degut a que les espècies es poden diferenciar pel patró de distribució de les papil·les de l'extrem posterior del mascle, podem suposar que als estudis anteriors ja es va detectar alguna dissemblança amb les espècies descrites, deixant la categorització d'aquests nematodes a nivell de gènere. De l'anàlisi dels rosegadors capturats a Tailàndia entre el 2008 i el 2010, en deriva la troballa i descripció d'una espècie nova pertanyent a aquest gènere que hem anomenat *Protospirura siamensis*. És la primera *Protospirura* descrita i identificada en rosegadors del SEA continental pel que podem suposar que les citades com a *Protospirura* sp. en aquesta àrea corresponen probablement a l'espècie *P. siamensis*. Hem identificat els exemplars de la nova espècie *P. siamensis* a partir de la comparació entre el nombre i patró de distribució de les papil·les pre i post-cloacals de la cua dels mascles, vist que aquesta nova espècie presenta un patró diferent al de les espècies descrites anteriorment (Figura 26). Referent a les espècies que tenen un mateix nombre total de parells de papil·les post-cloacals (*Protospirura mexicana* Falcón *et Sanabria*, 1995 i *Protospirura okinavensis* Hasegawa, 1990) diferenciem *P. mexicana* per la distribució d'aquestes, però a més a més, hi ha altres característiques diferencials com la presència d'ales caudals en *P. mexicana*, absents en *P. siamensis*. *Protospirura okinavensis* es diferencia per

l'absència d'una vaina a l'espícula que sí que es presenta en *P. siamensis* i el governacle triangular en *P. okinavensis* i en forma de v en *P. siamensis*. La forma del governacle i la mida de les espícules també són elements que diferencien *P. siamensis* de l'espècie més cosmopolita *P. muricola*, tal i com es detalla més específicament a la discussió de la publicació (46).

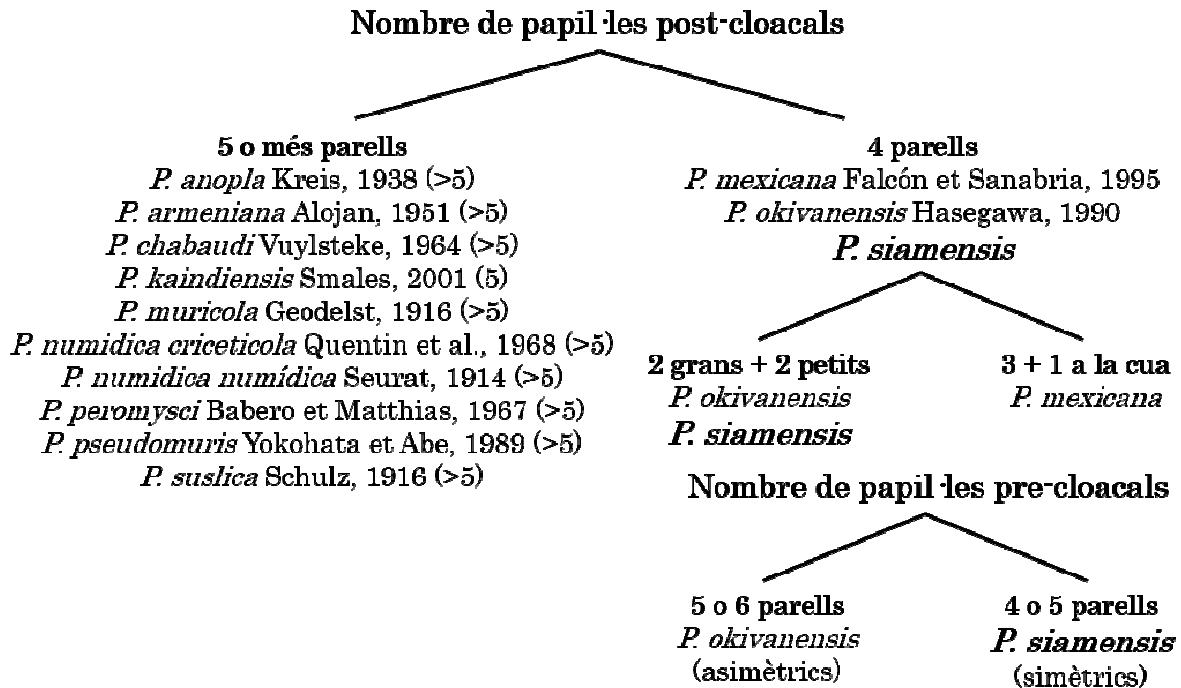


Figura 26: Clau de diferenciació de les espècies de *Protospirura*. En primer terme segons el nombre de papil·les post-cloacals i en segon terme segons les papil·les pre-cloacals per a diferenciar les dues espècies amb el mateix patró post-cloacal.

Referent a *B. (B.) jittapalapongi*, la recerca bibliogràfica mostra que hi ha diverses publicacions que fan referència a exemplars que no s'han pogut identificar a nivell d'espècie i que són citats com a *Breinlia* sp. (72–74). En aquests casos la identificació a nivell d'espècie podria relacionar-se amb aquesta nova espècie de Laos o bé amb qualsevol de les altres quatre espècies de *Breinlia* (*Breinlia*) prèviament detectades al SEA. S'ha descrit *B. (B.) jittapalapongi* com a nova espècie segons les claus d'identificació de les filàries de Spratt (2011) (58). La morfologia de la càpsula bucal diferencia l'espècie de les anteriorment descrites al SEA. La morfologia del governacle també permet diferenciar les espècies ja que a *B. (B.) jittapalapongi* està format per dues estructures acoblades i de forma arrodonida mentre que a les altres espècies del SEA no trobem aquest acoblament, a excepció de *B. (B.) manningi* tot i que la forma general de l'estructura és més aviat allargada. La mida de les espícules també és una característica diferencial sent en tots els casos molt més petites (veure Taula 4). Altres característiques i mesures morfològiques també diferencien les espècies del SEA de *B. (B.) jittapalapongi* i estan extensament detallades a la nostra publicació, especialment el patró de distribució de les papil·les de l'extrem terminal del mascle, resumides a la taula 1 del text original (43), vist que el nombre total de papil·les no permet diferenciar totes les espècies del gènere per si sol (veure Taula 4).

	<i>B. (B.) jittapalapongi</i>	<i>B. (B.) booliati</i>	<i>B. (B.) manningi</i>	<i>B. (B.) spratti</i>	<i>B. (B.) tinjili</i>
Estructura del governacle	Acoblat	No acoblat	Acoblat	No acoblat	No acoblat
Llargada del governacle	84 (75-103)	35 (30-39)(57)	15	24	36 (33-40)
Espícula dreta	331 (306-360)	144 (118-167); 157 (130-180); 385; 190 i 175	100	110	130 (124-135)
Espícula esquerra	691 (597-753)	371 (349-385)(57); 396 (335-430); 150; 440 i 380	260	292	316 (295-340)
Nombre total de papil·les caudals	13-15	16-13 (57)	13-17	19	16-17

Taula 4: Comparació d'algunes característiques de les diferents espècies de *Breinlia* (*Breinlia*) del SEA (les referències bibliogràfiques de les mesures estan detallades a la publicació Veciana *et al.*, 2015; les mesures són en micròmetres).

Les espècies de l'Índia (*B. (B.) petauristi* i *B. (B.) sergenti*), regió pròxima a la nostra àrea d'estudi, es diferencien fonamentalment per la mida de les espícules dels mascles que són en ambdós casos més curtes i pel patró de les papil·les caudals. En relació a les vint-i-dues espècies de *Breinlia* (*Breinlia*) paràsites de mamífers d'Australàsia, totes elles es poden diferenciar clarament de la nova espècie, sigui per la morfologia del *governacle* que en molts casos presenta una projecció lateral en forma de punxa, per la mida de les espícules generalment inferior i en algun cas en que no hi ha dades dels mascles, les mesures de les femelles també són prou diferencials. Les microfilàries no són en cap cas un element diferencial ja que són morfològicament molt similars i és molt complex diferenciar el grau d'evolució de cada individu que permetria poder fer una comparació mètrica de les estructures i mesures característiques. La descripció d'aquesta nova espècie augmenta el nombre d'espècies de *Breinlia* (*Breinlia*) del SEA a cinc, i proporciona noves imatges de detalls estructurals (àrea rugosa, espícules del mascle) gràcies a la microscòpia electrònica.

A la literatura relacionada amb els rosegadors del SEA hi trobem referències a Capillariinae, *Capillaria* sp. o Capillariinae gen. sp. B (70,71,75–77) i a *Aonchotheca* sp. (26,28,29). La nova espècie *A. yannickchavali* té un apèndix vulvar molt gran i de morfologia molt característica que no s'ha observat en cap de les espècies del gènere *Aonchotheca* descrites en rosegadors. La morfologia d'aquest apèndix s'assembla a la *Capillaria* sp. citada a la tesi de Sapong (1963) però no descrita com a nova espècie, o a la Capillariinae gen. sp. B de Hasegawa *et al* (1995). En els dos casos però hi ha altres característiques prou diferents, que detallem a la publicació en curs de revisió (78), com per associar-les a *Aonchotheca yannickchavali* n. sp.. Pel que fa a les espècies descrites anteriorment, resumim a la Taula 5 les principals característiques que ens han permès diferenciar-les. L'apèndix vulvar de la femella i l'òrgan diana del paràsit en l'hoste són en alguns casos una característica diferencial, però la mida de les espícules del mascle permet diferenciar totes les espècies descrites anteriorment de la nova espècie *A. yannickchavali*.

Espècies	Regió zoogeogràfica	Apèndix vulvar (♀)	Mida de l'espícula (♂)	Òrgan diana
<i>A. yannickchavali</i> n. sp.	Oriental	Gran	772-803	Estómac
<i>A. annulosa</i> (Dujardin, 1845) López-Neyra, 1947	Paleàrtica i Neàrtica	Petit	1030-1380	Intestí prim
<i>A. armeniaca</i> (Kirschenblatt, 1939)	Paleàrtica	Petit	1100	Intestí prim
<i>A. forresteri</i> (Kinsella <i>et</i> Pence, 1987)	Neàrtica	Petit	380-426	Estómac
<i>A. legerae</i> (Justine, Ferté <i>et</i> Bain, 1987)	Paleàrtica	Gran	280-330	Intestí prim
<i>A. muris-sylvatici</i> (Diesing, 1851) López-Neyra, 1947	Paleàrtica	Gran	192-225	Intestí prim
<i>A. myoxinitelae</i> (Diesing, 1851)	Paleàrtica	Gran	290-300	Intestí prim
<i>A. praeputialis</i> (Obendorf, 1979) Spratt, 2006	Australasiàtica	Petit	3400-4500	Glandules prepucials
<i>A. tamias-striati</i> (Read, 1949)	Neàrtica	Petit	490-502	Intestí prim
<i>A. wioletti</i> (Ruchljadeva, 1950)	Paleàrtica	Gran	279-309; 191-232	Estómac

Taula 5: Comparació de les principals característiques morfològiques i mètriques de les diferents espècies de *Aonchotheca* de rosegadors (les referències bibliogràfiques de les mesures estan detallades a Veciana *et al.*, 2016; les mesures són en micròmetres).

Aquesta descripció s'ha fet amb mostres de nematodes de rosegadors del gènere *Bandicota* però, probablement, també es pot relacionar amb les referències anteriors de *Aonchotheca* sp. a *Berylmys berdmorei* (28) de Laos i a *Bandicota indica* (26,29) i *Mus cervicolor* (26) de Tailàndia, de manera que augmentaria la distribució del paràsit i el seu rang d'hostes.

Deixant la descripció de tres espècies d'helminths, presentem els treballs amb els que hem pogut aportar noves dades sobre dues espècies de nematode poc conegudes (*P. ngoci* i *M. diardinematus*). En primer lloc parlarem de *P. ngoci*, espècie descrita al 1961 al Vietnam, de la qual la informació disponible era molt limitada ja que no s'havia tornat a localitzar després de la seva descripció original. El fet d'haver-la trobat en un hoste que està molt distribuït al SEA (*R. norvegicus*) ens porta a pensar en la hipòtesi de que moltes de les cites de *Physaloptera* sp. (26,28,29,73,79–82) estiguin en realitat relacionades amb *P. ngoci*, sense descartar la possibilitat de que en realitat es relacionin amb les altres espècies trobades en zones properes (*Physaloptera funambuli* Parihar & Nama, 1978, *Physaloptera inermis* Linstow, 1906 i *Physaloptera sciuri* Parona, 1898). Aquest nematode s'ha pogut identificar fàcilment per la morfologia i distribució de les estructures de la regió cefàlica, el nombre i patró de papil·les caudals dels mascles, i el nombre d'úters en les femelles, que també s'ha confirmat per la semblança de les mesures morfològiques d'estructures característiques dels individus (veure Taula 6).

	<i>Physaloptera ngoci</i> (descripció original)	<i>Physaloptera ngoci</i> (Veciana, <i>et al.</i> , 2013)
Espícula esquerra (♂)	460	470
Espícula dreta (♂)	300	296
Distància anterior-vulva (♀)	3,32mm	3476
Llargada total (♀)	25mm	21167
Ous (♀)	45x28	44,5x28

Taula 6: Comparació de les mesures de *P. ngoci* a Le-Van-Hoa, 1961 amb la publicació de Veciana, *et al.*, 2013 (les mesures són en micròmetres excepte si s'indica una altra unitat).

La comparació amb les mesures de les altres espècies trobades a l'Índia i al SEA (veure Taula 7) també mostra que l'espècie trobada no es pot identificar com cap d'aquestes així com es mostra a la discussió de Veciana *et al.*, 2013 on també s'inclou la comparació d'altres estructures amb més detall.

	<i>Physaloptera funambuli</i> (83,84)	<i>Physaloptera inermis</i> (85)	<i>Physaloptera sciuri</i> (85)
Espícula esquerra (♂)	0,19-0,20 (0,193)mm	2,37mm	-
Espícula dreta (♂)	2,72-2,88 (2,80)mm	2,37mm	-
Distància anterior-vulva (♀)	4,67-9,26 (5,88)mm	-	-
Llargada total (♀)	27,55-49,20 (35,12)mm	51mm	17-32mm
Ous (♀)	20-40 (24) x 20-45 (28)	26x47	16x22

Taula 7: Recull de les mesures de les espècies de *Physaloptera* localitzades a l'Índia i el SEA (les mesures són en micròmetres excepte si s'indica una altra unitat).

Amb aquest estudi, s'ha ampliat el nombre d'estudis amb SEM d'espècies de *Physaloptera* augmentant-lo a cinc i sent el primer en relació a hostes del SEA. Els quatre anteriors tracten d'espècies paràsits de mamífers de la península Ibèrica (*Physaloptera sibirica* Petrow *et* Gorbunow, 1931) (86), de rates del Brasil (*Physaloptera bispiculata* Vaz *et* Pereira, 1935) (87), del primer nematode paràsit d'un anur d'Argentina (*Physaloptera* sp.) (88) i d'una espècie paràsit d'un marsupial del Brasil (*Physaloptera herthameyerae* Lopes *et al.*, 2009) (89). Finalment, els resultats de l'estudi representen una ampliació de l'espectre d'hostes, passant d'una única espècie de rosegador a nou altres espècies diferents. Aquest estudi és també la primera referència de *P. ngoci* en rosegadors a Cambodja, Laos i Tailàndia després de la seva descripció al Vietnam.

Malayometastrongylus diardinematus és una espècie de la que hi havia poc coneixement que hem pogut ampliar gràcies als exemplars trobats a Laos. Aquest treball és la primera referència de *M. diardinematus* després de la seva descripció al 1986 en *R. tanezumi* de Malàisia, a uns 2000km del punt on s'ha localitzat a Laos, pel que ens trobem de nou amb un nematode que té una distribució molt més àmplia del que s'ha vist fins el moment. La manca de referències d'aquest nematode està probablement relacionada amb el fet de que són helmints molt primers i delicats, però en el nostre treball hem pogut obtenir prou exemplars per identificar-los amb les mesures dels individus recollits (veure Taula 8) i la seva morfologia. Aquests helmints es trenquen fàcilment al recollir-los, degut també a la seva localització en l'hoste (teixit pulmonar), pel que les mesures s'han fet en cinc individus (o fragment d'individu) diferents. Això també podria explicar que tampoc s'han trobat *Malayometastrongylus* sp. des de la descripció d'aquesta espècie.

	<i>M. diardinematus</i> (descripció original)	<i>M. diardinematus</i> (Veciana, <i>et al.</i> , 2014)
Llargada de l'esòfag (♂)	0,266-0,353 (n=8)	0,277-0,307 (0,288) (n=3)
Espícula dreta (♂)	0,163-0,225 (n=13)	0,195-0,198 (0,196) (n=2)
Espícula esquerra (♂)	0,171-0,240 (n=13)	0,195-0,204 (0,200) (n=2)
Distància de la vulva al final del cos (♀)	0,228-0,318 (n=4)	0,193-0,250 (0,214) (n=3)
Distància de l'anús al final del cos (♀)	0,042-0,089 (n=4)	0,064-0,072 (0,068) (n=2)
Ous (amplada x llargada) (♀)	0,057-0,068 x 0,034-0,046	0,050-0,059 (0,056) x 0,034-0,040 (0,037)

Taula 8: Comparació de les mesures de *M. diardinematus* a Gibbons *et* Krishnasamy, 1986 amb la publicació de Veciana, *et al.*, 2014 (les mesures són en micròmetres).

Amb les mostres obtingudes, s'ha fet un estudi molecular utilitzant el gen mitocondrial de la subunitat I de la citocrom c oxidasa (COI), els resultats del qual confirmen la validesa del gènere *Malayometastrongylus* que queda clarament diferenciat dels altres representants de la família. Els nostres resultats també confirmen la teoria de que el gen mitocondrial COI no és un bon indicador per diferenciar el gènere *Angiostrongylus* i el subgènere *Parastrongylus* tal com ja s'havia vist en altres estudis (61)(46).

La musaranya casolana asiàtica (*S. murinus*) està associada als assentaments humans. Aquest fet sumat a la presència d'helminths que podrien ser responsables d'infeccions zoonòtiques en humans (com *Hymenolepis* i *Echinostoma* (90,91)) i al baix nombre d'estudis de paràsits en insectívors de la zona (veure taula Veciana *et al.*, 2012), reflecteixen i justifiquen la importància d'estudiar aquests insectívors. La cerca d'helminths en les vísceres d'exemplars de *S. murinus* ha permès aïllar 5 paràsits diferents entre els quals un cestode: Hymenolepididae gen. sp.; tres nematodes: *Aonchotheca minuta* (sin. *Capillaria minuta*) (Chen, 1937), *Pseudophysaloptera* sp., *Seuratum nguyenvanaii* (Le-Van-Hoa, 1964) i un trematode Echinostomatidae gen. sp.. La identificació a nivell de gènere i/o espècie no ha sigut possible en els exemplars de Hymenolepididae gen. sp. i *Pseudophysaloptera* sp. ja que el material del que disposàvem no estava en un estat òptim de conservació. Aquest fet dificulta més la tasca quan es tracta d'una família de la que s'han identificat més de trenta espècies (Hymenolepididae) i un gènere amb quatre espècies (tal com es pot veure a la revisió bibliogràfica representada a la taula de la publicació (63)) D'altra banda, la identificació del trematode presenta com a complexitat els cicles oligoxens (compartits amb aus aquàtiques) i que en alguns casos podem trobar musaranyes que actuen com a hoste accidental. És per a això que caldria fer un estudi més ampli incloent tots els hostes que es podrien relacionar amb la família Echinostomatidae. Aquest és el primer estudi en *S. murinus* de Cambodja que considera tot l'espectre d'helminthofauna d'aquest hoste. Al mateix temps acull la segona referència al SEA de *A. minuta* després de la seva descripció original a la Xina, i la primera de *S. nguyenvanaii* després de la seva descripció original al Vietnam. També destacar-ne la troballa d'un Echinostomatidae que no correspon a cap de les espècies associades a *S. murinus* ni a cap rosegador del SEA (que ens fa plantejar la hipòtesi de que sigui una nova espècie), i la presència de dos paràsits relacionats amb zoonosis.

Després d'aquesta descripció global dels resultats i de la discussió d'aquests, podem extreure'n les conclusions següents:

- Les espècies d'helminths *Aonchotheca yannickchavali*, *Breinlia* (*Breinlia*) *jittapalapongi* i *Protospirura siamensis* descrites en rosegadors són espècies noves per la ciència, i la seva descripció augmenta la riquesa d'espècies conegudes en aquesta regió zoogeogràfica.
- S'ha citat per primera vegada *Physaloptera ngoci* en rosegadors a Cambodja, Laos i Tailàndia i s'ha augmentat l'espectre d'hostes i el seu rang de distribució després de la seva descripció original al Vietnam.
- S'ha citat per primera vegada *Malayometastrongylus diardinematus* a Laos augmentant-ne l'àrea geogràfica de localització després de la seva descripció original a Malàisia. S'ha confirmat genèticament la validesa del gènere *Malayometastrongylus* que queda clarament diferenciat dels altres representants de la família.
- S'ha publicat el primer estudi en *Suncus murinus* de Cambodja que considera tot l'espectre d'endo-paràsits d'aquest hoste.
- S'ha citat per primera vegada *Aonchotheca minuta* a Cambodja, després de la seva descripció original a la Xina i segona citació a Taiwan, augmentant el seu rang de distribució i aportant noves dades mètriques.
- S'ha citat per primera vegada *Seuratum nguyenvanaii* després de la seva descripció original al Vietnam en un altre insectívor, ampliant el seu rang d'hostes i distribució geogràfica.

Alguns exemples de les perspectives de futur a contemplar a partir dels resultats obtinguts serien:

- Continuar estudiant l'helminthofauna dels petits mamífers incloent hostes i hàbitats no estudiats fins l'actualitat.
- Resoldre els dubtes sistemàtics de les espècies d'helminths paràsits dels micromamífers del SEA i poder entendre les seves relacions filogenètiques.
- Aprofundir en l'estudi dels hostes i les vies de transmissió d'helminths associats a zoonosis, especialment en aquells micromamífers que conviuen amb els humans.

V. BIBLIOGRAFIA

1. Palomo LJ, Gisbert J. Atlas de los mamíferos terrestres de España. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU; 2002. 564 p.
2. Feliu C, Renaud F, Catzefflis F, Hugot JP, Durand P, Morand S. A comparative analysis of parasite species richness of Iberian rodents. *Parasitology*. 1997;117:453–66.
3. Torres J, Guerreiro M, Ferreira AF, Petrucci-Fonseca F, Feliu C. On the helminthfauna of *Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758 (Rodentia: Sciuridae) in Portugal and Spain. *Helminthologia*. 1999;36(Suppl):13.
4. Mas-Coma S, Feliu C, Rey JM. Contribución al conocimiento de la helminthofauna de micromamíferos ibéricos. VI. Parásitos de *Glis glis* Linnaeus, 1766 (Rodentia: gliridae). *Rev Ibérica Parasitol*. 1978;38(3-4):579–84.
5. Corbett GB, Hill JE. The mammals of the Indomalay region: a systematic review. Oxford: Natural History Museum Publications, Oxford University Press; 1992. 488 p.
6. Gibson DI, Bray RA, Harris EA. Host-Parasite Database of the Natural History Museum, London [Internet]. 2005 [cited 2015 Aug 31]. Available from: www.nhm.ac.uk
7. Chaisiri K, Chaeychomsri W, Siruntawineti J, Ribas A, Herbreteau V, Morand S. Gastrointestinal helminth infections in Asian house rats (*Rattus tanezumi*) from Northern and Notheastern Thailand. *J Trop Med Parasitol*. 2010;33:29–35.
8. Fabre PH, Hautier L, Dimitrov D, Douzery EJP. A glimpse on the pattern of rodent diversification: a phylogenetic approach. *BMC Evol Biol*. 2012;12:88.
9. Hartmann DL, Klein Tank, A M G Rusticucci M, Alexander L V, Brönnimann S, Charabi Y, Dentener FJ, et al. Observations: Atmosphere and Surface. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K, Tignor M, Allen SK, Boschung J, et al., editors. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2013. p. 159–254.

10. Fiedler LA. Rodents as a food source. In: DAVIS LR, MARSH RE, editors. *Proceedings of the Fourteenth Vertebrate Pest Conference*. Sacramento, California; 1990. p. 149–55.
11. Suwannarong K, Chapman RS, Lantican C, Michaelides T, Zimicki S. Hunting, food preparation, and consumption of rodents in Lao PDR. *PLoS One*. 2015;10(7):e0133150.
12. Chaisiri K, Siribat P, Ribas A, Morand S. Potentially zoonotic helminthiasis of murid rodents from the Indo-Chinese Peninsula: impact of habitat and the risk of human infection. *Vector-Borne Zoonotic Dis*. 2015;15(1):73–85.
13. Wilson DE, Reeder DM. *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. Johns Hopkins University Press; 2005. 142 p.
14. Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 2000;403:853–8.
15. Chaisiri K, Chaeychomsri W, Siruntawinetti J, Bordes F, Herbreteau V, Morand S. Human-dominated habitats and helminth parasitism in Southeast Asian murids. *Parasitol Res*. 2010;107(4):931–7.
16. Eduardo SL, Domingo CYJ, Divina BP. Zoonotic parasites of rats in the Philippines. In: Singleton GR, Joshi RC, Sebastian LS, editors. *Philippine Rats, Ecology & Managements*. Philippines: Philippine Rice Research Institute (PhilRice); 2008. p. 157–93.
17. Dewi K, Purwaningsih E. A checklist of nematode parasites from Indonesian murids. *Zootaxa*. 2013;3608:531–46.
18. Roberts M. The parasites of the polynesian rat within and beyond New Zealand. *Int J Parasitol*. 1991;21(7):777–83.
19. Paramasvaran S, Sani RA, Krishnasamy M, Amal Nasir M, Hassan L, Mohd Zain SN, et al. An overview of nematodes infecting urban and wild rats (Muridae) in Malaysia. *Malaysian J Vet Res*. 2012;3(1):15–21.
20. Poulin R. How many parasite species are there: are we close to answers? *Int J Parasitol*. 1996;26(10):1127–9.
21. IUCN 2015. The IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. [cited 2015 Oct 21]. p. Versió 2015–3. Available from: <http://www.iucnredlist.org>
22. Marshall JT. Family Muridae: Rats and mice. In: Lekagul B, Mc Neely JA, editors. *Mammals of Thailand*. Bangkok: Association for the Conservation of Wildlife; 1988. p. 397–487.
23. Aplin KP, Brown PR, Jacob J, Krebs C, Singleton GR. *Field methods for rodent studies in Asia and the Indo-Pacific*. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research; 2003.
24. Chaval Y. *South East Asian murines field guide*. ANR BiodivhealthSEA; 2011.
25. Global Cestode Database [Internet]. [cited 2015 Sep 10]. Available from: <http://tapewormdb.uconn.edu>
26. Chaisiri K, Chaeychomsri W, Siruntawinetti J, Ribas A, Herbreteau V, Morand S. Diversity of gastrointestinal helminths among murid rodents from Northern and Northeastern Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2012;43(1):21–8.

27. Chenchittikul M, Daengpium S, Hasegawa M, Itoh T, Phanthumachinda B. A study of commensal rodents and shrews with reference to the parasites of medical importance in Chanthaburi Province, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 1983;14(2):255–9.
28. Pakdeenarong N, Siribat P, Chaisiri K, Douangboupouha B, Ribas A, Chaval Y, et al. Helminth communities in murid rodents from southern and northern localities in Lao PDR: the role of habitat and season. *J Helminthol*. 2014;88(3):302–9.
29. Chaisiri K, Herbreteau V, Ribas A, Morand S. A study of great bandicoot (*Bandicota indica*) and their gastrointestinal helminths from Northern and Northeastern Thailand. *SPY*. 2010;10(1):163–71.
30. Areekul S, Radomyos P. Preliminary report of *Raillietina* sp. infection in man and rats in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 1970;1(4):559.
31. Namue C, Wongsawad C. A survey of helminth infection in rats (*Rattus* spp) from Chiang Mai Moat. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 1997;28(suppl 1):179–83.
32. Crook JR, Fulton SE, Supanwong K. Ecological studies on the intermediate and definitive hosts of *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935) in Thailand. *Ann Trop Med Parasitol*. 1968;62(1):27–44.
33. Pipitgool V, Sithithaworn P, Pongmuttasaya P, Hinz E. *Angiostrongylus* infections in rats and snails in northeast Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 1997;28(suppl 1):190–3.
34. Ohbayashi M, Mach Ida M, Kamiya H, Oku Y, Abe H, Klongkamnuankarn K. Incidence of *Angiostrongylus siamensis* in small mammals at Nakorn Nayok, Thailand. *Jpn J Vet Res*. 1983;31(1):49–50.
35. Ohbayashi M, Kamiya M, Bhaibulaya M. Studies on the parasite fauna of Thailand I. Two new metastrongylid nematodes, *Angiostrongylus siamensis* sp. n. and *Thaistrongylus harinasutai* gen. et sp. n. (Metastrongyloidea: Angiostrongylidae) from wild rats. *Jpn J Vet Res*. 1979;27(1-2):5–10.
36. Hinz E. *Angiostrongylus* infections of Norway rats in Bangkok, Thailand. *Mitt Osterr Ges Tropenmed Parasitol*. 1986;8:83–8.
37. Veciana M, Chaisiri K, Phuphisut O, Morand S, Ribas A. New data on *Malayometastrongylus diardinematus* (Gibbons and Krishnasamy, 1986) (Metastrongyloidea: Angiostrongylidae) a lungworm occurring in *Rattus tanezumi* (Temminck, 1844) from South-East Asia. *Helminthologia*. 2014;51(4):331–6.
38. Bhaibulaya M, Indrangarm S. Man, an accidental host of *Cyclodontostomum purvisi* (Adams, 1933), and the occurrence in rats in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 1975;6(3):391–4.
39. Kamiya H, Kamiya M, Ohbayashi M, Klongkamnuankarn K, Vajrasthira S. *Gnathostoma malaysiae* Miyazaki and Dunn, 1965 from *Rattus surifer* in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 1987;18(1):121–6.
40. Ow-Yang CK, Durette-Desset MC, Ohbayashi M. Sur les nématodes parasites de rongeurs de Malaisie II. Les Trichostrongyloidea. *Ann Parasitol Hum Comparée*. 1983;58(5):467–92.
41. Ohbayashi M, Kamiya M. Studies on the parasite fauna of Thailand II. Three nematode species of the genus *Orientostrongylus* Durette-Desset, 1970. *Jpn J Vet*

Res. 1980;28:7–11.

42. Viraboonchai S, Guptavanij P, Sucharit S, Harinasuta C. *Breinlia rattii* in natural host (*Rattus jalorensis*) and experimental hosts. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1974;5(1):143.
43. Veciana M, Bain O, Morand S, Chaisiri K, Douangboupouha B, Miquel J, et al. *Breinlia* (*Breinlia*) *jittapalapongi* n. sp. (Nematoda: Filarioidea) from the Asian house rat *Rattus tanezumi* Temminck in Lao PDR. Syst Parasitol. 2015;90(3):237–45.
44. Veciana M, Chaisiri K, Morand S, Miquel J, Ribas A. New biogeographical and morphological information on *Physaloptera ngoci* Le-Van-Hoa, 1961 (Nematoda: Physalopteridae) in South-east Asian rodents. Parasite. 2013;20:23.
45. Kamiya M. *Rictularia tani* from rodents in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1975;6(1):139–41.
46. Ribas A, Veciana M, Chaisiri K, Morand S. *Protospirura siamensis* n. sp. (Nematoda: Spiruridae) from rodents in Thailand. Systematic Parasitology. 2012. p. 21–7.
47. Khamboonruang C. The present status of trichinellosis in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1991;22(suppl):312–5.
48. Bunnag T, Impand P, Imlarp S, Sornmani S. Sympatric occurrence of *Schistosoma incognitum* and *Schistosoma spindale* in rodents. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1980;11(1):144–5.
49. Lockyer AE, Olson PD, Ostergaard P, Rollinson D, Johnston DA, Atwood SW, et al. The phylogeny of the Schistosomatidae based on three genes with emphasis on the interrelationships of *Schistosoma* Weinland, 1858. Parasitology. 2003;126:203–24.
50. Baidikul V, Upatham ES, Kruatrachue M, Viyanant V, Vichasri S, Lee P, et al. Study on *Schistosoma sinensium* in Fang district, Chiangmai province, Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1984;15(2):141–7.
51. Greer GJ, Kitikoon V, Lohachit C. Morphology and life cycle of *Schistosoma sinensium* Pao, 1959, from Northwest Thailand. J Parasitol. 1989;75(1):98–101.
52. Palmeirim M, Bordes F, Chaisiri K, Siribat P, Ribas A, Morand S. Helminth parasite species richness in rodents from Southeast Asia: role of host species and habitat. Parasitol Res. 2014;113(10):3713–26.
53. Tung KC, Hsiao FC, Yang CH, Chou CC, Lee WM, Wang KS, et al. Surveillance of endoparasitic infections and the first report of *Physaloptera* sp. and *Sarcocystis* spp. in farm rodents and shrews in Central Taiwan. J Vet Med Sci. 2009;71(1):43–7.
54. Hasegawa H. *Protospirura okinavensis* sp. n. (Nematoda: Spiruridae) from *Mus caroli* on Okinawa Island, Japan. J Helminthol. 1990;57(2):153–6.
55. Falcón J, Sanabria MA. Especie nueva del género *Protospirura* (Nemata: Spiruridae) de *Peromyscus difficilis* (Rodentia: Cricetidae) de Hidalgo, México. An Inst Biol Univ Nac Auton Mex Ser Zool. 1995;66(1):17–26.
56. Smales LR. *Protospirura kaindiensis* n. sp. (Spirura: Spiruridae) and other helminths from *Pseudohydromys* (Muridae: Hydromyinae) from Papua New Guinea. J Parasitol. 2001;87(1):169–72.

57. Singh M, Ho BC. *Breinlia booliati* sp. n. (Filarioidea: Onchocercidae), a filaria of the Malayan forest rat, *Rattus sabanus* (Thos.). J Helminthol. 1973;47(2):127–33.
58. Spratt DM. New records of filarioid nematodes (Nematoda: Filarioidea) parasitic in Australasian monotremes, marsupials and murids, with descriptions of nine new species. Zootaxa. 2011;1–61.
59. Mas-Coma S, Galán-Puchades MT. Consideraciones sobre el género *Aonchotheca* López-Neyra, 1947 (Nematoda: Trichuridae). Circ Farm. 1985;286:3–20.
60. Wang QP, Wu ZD, Wei J, Owen RL, Lun ZR. Human *Angiostrongylus cantonensis*: an update. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2012;31(4):389–95.
61. Eamsobhana P, Lim PE, Solano G, Zhang H, Gan H, Yong HS. Molecular differentiation of *Angiostrongylus* taxa (Nematoda: Angiostrongylidae) by cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene sequences. Acta Trop. 2010;116(2):152–6.
62. Foronda P, López-González M, Miquel J, Torres J, Segovia M, Abreu-Acosta N, et al. Finding of *Parastrongylus cantonensis* (Chen, 1935) in *Rattus rattus* in Tenerife, Canary Islands (Spain). Acta Trop. 2010;114(2):123–7.
63. Veciana M, Chaisiri K, Morand S, Ribas A. Helminths of the Asian house shrew *Suncus murinus* from Cambodia. Cambodian J Nat Hist. 2012;2:115–22.
64. Herbreteau V, Jittapalapong S, Rerkamnuaychoke W, Chaval Y, Cosson JF, Morand S. Protocols for field and laboratory rodent studies. Thailand: Kasetsart University Press; 2011. 46 p.
65. Pagès M, Chaval Y, Herbreteau V, Waengsothorn S, Cosson JF, Hugot JP, et al. Revisiting the taxonomy of the Rattini tribe: a phylogeny-based delimitation of species boundaries. BMC Evol Biol. 2010;10:184.
66. Galan M, Pagés M, Cosson JF. Next-generation sequencing for rodent barcoding: species identification from fresh, degraded and environmental samples. PLoS One. 2012;7(11):e4837.
67. ISI Web of Knowledge-Institute for Scientific Informatio [Internet]. [cited 2015 Aug 2]. Available from: www.webofknowledge.com
68. PubMed-U.S. National Library of Medicine [Internet]. [cited 2015 Sep 1]. Available from: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed
69. ScienceDirect [Internet]. [cited 2015 Nov 7]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/>
70. Saim A, Purwaningsih E. The pattern of helminth parasitic in the wild rodents from Siberut Island, West Sumatra. Maj Parasitol Indones. 1999;12(1-2):49–60.
71. Betterton C. The intestinal helminths of small mammals in the Malaysian tropical rain forest: patterns of parasitism with respect to host ecology. Int J Parasitol. 1979;9(4):313–20.
72. Sinniah B. Parasites of some rodents in Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1979;10(1):115–21.
73. Singh M, Cheong C. On a collection of nematode parasites from Malayan rats. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1971;2(4):516–22.
74. Singh KI, Krishnasamy M, Ming HT. Collection of small vertebrates and their

- endoparasites from Ulu Endau, Johore, Malaysia. *Malayan Nat J.* 1987;41(2):349–56.
75. Schacher J, Cheong C. Malaysian parasites. XLVII. Nematode parasites of three common house rat species in Malaya, with notes on *Rictularia tani* Hoeppli, 1929. *Stud Inst Med Res, Fed Malay States.* 1960;29:209–16.
 76. Sapon D. Nematodes parasitic in *Suncus murinus* and *Bandicota nemorivaga* from Formosa. [Canada]: Department of Parasitology/McGill University; 1963.
 77. Hasegawa H, Syafruddin. Nematode fauna of the two sympatric rats *Rattus rattus* and *R. exulans*, in Kao District, Halmahera Island, Indonesia. *J Helminthol Soc Wash.* 1995;62(1):27–31.
 78. Veciana M, Chaisiri K, Morand S, Ribas A. *Aonchotheca yannickchavali* n. sp. (Nematoda: Trichuridae) in *Bandicota indica* (Bechstein, 1800) and *Bandicota savilei* (Thomas, 1916) from Thailand. *Agriculture Nat Resour.* 2016;in press.
 79. Wioreno W. Nematode parasites of rats in West Java, Indonesia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 1978;9(4):520–5.
 80. Hasegawa H, Shiraishi S, Rochman. *Tikusnema javaense* n. gen., n. sp. (Nematoda: Acuarioidea) and other nematodes from *Rattus argentiventer* collected in west Java, Indonesia. *J Parasitol.* 1992;78:800–4.
 81. Ambu S, Lim PKC, Mak JW, Kan S, Krishnasamy M, Liew LM, et al. A survey of animals in Pantai, Bengkoka Peninsular, Sabah for zoonotic diseases. *J Malaysian Soc Heal.* 1984;4(1):42–7.
 82. Paramasvaran S, Sani RA, Hassan L, Hanjeet K, Krishnasamy M, John J, et al. Endo-parasite fauna of rodents caught in five wet markets in Kuala Lumpur and its potential zoonotic implications. *Trop Biomed.* 2009;26(1):67–72.
 83. Parihar A, Nama HS. *Physaloptera funambuli* sp. n. (Nematoda, Physalopteridae) from *Funambulus pennanti*. *Curr Sci Bangalore.* 1978;47(21):832–4.
 84. Nama HS. Faunistic survey of helminth parasites of vertebrates of Rajasthan with special reference to arid zone. *Sci Rev Arid Zo Res.* 1984;2:187–225.
 85. Le-Van-Hoa. Étude d'un nouveau Physaloptère du rat, trouvé au Viet-Nam. *Ann Parasitol Hum Comparée.* 1961;36(4):672–6.
 86. Miquel J, Segovia JM, Feliu C, Torres J. On *Physaloptera sibirica* Petrow et Gorbunov, 1931 (Nematoda: Physalopteridae) parasitizing iberian mammals. *Wiad Parazytol.* 1996;42(4):435–42.
 87. Mafra AC, Lanfredi RM. Reevaluation of *Physaloptera bispiculata* (Nematoda: Spiruroidae) by light and scanning electron microscopy. *J Parasitol.* 1998;84(3):582–8.
 88. Gonzalez CE, Hamann MI. First report of nematode parasites of *Physalaemus santafecinus* (Anura: Leiuperidae) from Corrientes, Argentina. *Rev Mex Biodivers.* 2010;81:677–87.
 89. Lopes Torres EJ, Maldonado A, Lanfredi RM. Spirurids from *Gracilinanus agilis* (Marsupialia: Didelphidae) in Brazilian Pantanal wetlands with a new species of *Physaloptera* (Nematoda: Spirurida). *Vet Parasitol.* 2009;163:87–92.
 90. Belizario VY, Geronilla GG, Anastacio MBM, de Leon WU, Subaan AP, Sebastian AC, et al. *Echinostoma malayanum* infection, the Philippines. *Emerg Infect Dis.*

2007;13(7):1130–1.

91. Warwick C, Arena PC, Steedman C, Jessop M. A review of captive exotic animal-linked zoonoses. *J Environ Heal Res.* 2012;12:9–21.

ANNEX

	CAMBODIA	INDONESIA	LAO PDR	MALAYSIA	MYANMAR	PHILIPPINES	SINGAPORE	THAILAND	VIETNAM
Acantocephala									
Family MONILIFORMIDAE									
<i>Moniliformis moniliformis</i> (Bremser, 1811) **	-	<i>Rt, Rti</i> (1)	-	<i>Bi</i> (2), <i>Le</i> (3), <i>Nr</i> (3), <i>Ran</i> (2,3), <i>Rar</i> (2), <i>Rex</i> (2,3), <i>Rno</i> (2-4), <i>Rt</i> (2,3,5), <i>Rti</i> (2), <i>Rr</i> (4), <i>Rsp</i> (6)	-	<i>Rno</i> (7-9), <i>Rt</i> (8,9), <i>Rsp</i> (<i>Rr</i> or/and <i>Rno</i>) (10)	-	<i>Rex</i> (11), <i>Rt</i> (11,12)	<i>Rt</i> (13)
<i>Moniliformis dubius</i> Meyer, 1932	-	<i>Rlu</i> (14), <i>Rt</i> (15)	-	<i>Rno</i> (16)	-	-	-	-	-
<i>Moniliformis</i> sp Travassos, 1915	-	<i>Rt</i> (17)	-	-	-	-	-	-	-
Cestoda									
ORDER CYCLOPHYLLIDEA									
Family ANOPLOCEPHALIDAE									
<i>Bertiella anapolitica</i> Baylis, 1934	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Rex, Rr</i> (18)
Family DAVAINEIDAE									
<i>Raillietina celebensis</i> (Janicki, 1902) Fuhrmann, 1924 **	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Bb, Bi, Rn, Rr</i> (19), <i>Rt</i> (13)
<i>Raillietina garrisoni</i> Tubangui, 1931 ** (syn <i>R. madagascarensis</i>)	-	-	-	-	-	<i>Rno</i> (7,20), <i>Rt</i> (20,21)	-	-	-
<i>Raillietina siriraji</i> Chandler & Pradatsundarasar, 1957 **	-	-	-	-	-	-	-	<i>Bs, Rex, Rno, Rr</i> (22)	-
<i>Raillietina trapezoides</i> (Janicki, 1904) Fuhrmann, 1924 **	-	-	-	<i>Rt</i> (5)	-	-	-	-	-
<i>Raillietina</i> sp Fuhrmann, 1920 **	-	-	<i>Bi, Bs, Bbo, Mc, Mco, Ls</i> (24), <i>Mr</i> (25), <i>Nc</i> (25), <i>Ran</i> (25), <i>Rt</i> (24), <i>Rti</i> (25,26), <i>Rsp</i> (6,27)	-	-	-	-	<i>Bi</i> (11,28,29), <i>Bs</i> , <i>Bbe, Le, Ms, Mce</i> , <i>Nf, Rex, Rl</i> (11), <i>Rno</i> , <i>Rr</i> (29), <i>Rt</i> (11,12), <i>Rsp</i> (<i>Rr</i> or/and <i>Rno</i>) (30)	-
Family DILEPIDIDAE									
<i>Dipylidium caninum</i> (Linnaeus, 1758) Leuckart, 1863	-	-	-	<i>Rno</i> (16)	-	-	-	-	-
Family HYMENOLEPIDIDAE									
<i>Hymenolepis bicauda</i> Makarikov, Tkach & Bush 2013	-	-	-	-	-	<i>Am</i> (31)	-	-	-
<i>Hymenolepis diminuta</i> (Rudolphi, 1819) Weinland, 1858 **	-	<i>Rar, Rex, Rno</i> (17), <i>Rt</i> (15,17), <i>Rti</i> (17)	<i>Mco, Rn, Rt</i> (23)	<i>Bi</i> (2), <i>Bbo</i> (24), <i>Ls</i> (32,33), <i>Mr</i> (32), <i>Ran</i> (2), <i>Rar</i> (2,16,26), <i>Rex</i> (2), <i>Rno</i> (4), <i>Rr</i> (4), <i>Rt</i> (2,5,16), <i>Rti</i> (2,26,32,34), <i>Rsp</i> (6,35,36)	-	<i>Rno</i> (7,20), <i>Rt</i> (20,37), <i>Rsp</i> (<i>Rr</i> or/and <i>Rno</i>) (10)	-	<i>Bi</i> (11,28), <i>Bs, Bbe</i> , <i>Bb, Bi, Mc</i> (19), <i>Rar</i> <i>Bbo, Le, Ms, Mco, Nf</i> (13), <i>Rex, Rr</i> (19) (11), <i>Rex</i> (11,22), <i>Rl</i> (11), <i>Rno, Rr</i> (22), <i>Rt</i> (11,12)	

<i>Hymenolepis haukisalmii</i> Makarikov, Tkach & Bush 2013	-	-	-	-	-	<i>Am, Bl, Re</i> (31)	-	-	-
<i>Hymenolepis longior</i> Baylis, 1922 <i>nomen dubium</i>	-	-	-	-	<i>Rn, Rr</i> (38)	-	-	-	-
<i>Hymenolepis nana</i> (Siebold, 1852) **	-	<i>Ms</i> (39), <i>Rt</i> (1,17,39), <i>Rti</i> (1)	<i>Mc, Mco, Rt</i> (23)	<i>Nc</i> (40), <i>Ran</i> (2), <i>Rno</i> (4), <i>Rr</i> (4), <i>Rt</i> (2), <i>Rti</i> (34,40), <i>Rsp</i> (6,36)	-	<i>Rno</i> (7,20), <i>Rt</i> (20)	-	<i>Rex, Rno</i> (22)	-
<i>Hymenolepis sabnema</i> *unknown original description, <i>nomen dubium</i>	-	-	-	<i>Rsp</i> (6)	-	-	-	-	-
<i>Hymenolepis</i> sp Weinland, 1858	-	<i>Mp, Rlu</i> (14)	-	<i>Ls</i> (24), <i>Rt</i> (24), <i>Rsp</i> (6,27)	-	<i>Rno, Rt</i> (8,9)	-	-	-
<i>Rodentolepis</i> sp Spasskii, 1954	-	-	-	-	-	<i>Rno</i> (9), <i>Rt</i> (9,21)	-	-	<i>Mc</i> (19)
<i>Vampirolepis nana</i> (Siebold, 1852) Spasskii, 1954 (syn <i>Rodentolepis nana</i>)	-	-	-	<i>Ls</i> (32), <i>Ms</i> (32), <i>Rti</i> (32,41)	-	-	-	<i>Cg, Mc, Mce, Mco, Nf, Rl</i> (11)	-
Family TAENIIDAE									
<i>Hydatigera taeniaeformis</i> (Batsch, 1786) Lamarck, 1816 (syn <i>Taenia taeniaeformis</i>)	-	<i>Rlu</i> (14), <i>Rt</i> (1,15), <i>Rti</i> (1), <i>Rn, Rt, Rti</i> (17) (LARVAE in liver)	-	<i>Bi</i> (2), <i>Bbo</i> (24), <i>Ls</i> (24), <i>Mr</i> (25,32), <i>Ms</i> (32), <i>Ran</i> (2), <i>Rar</i> (2,25), <i>Rex</i> (2,32), <i>Rno</i> (2,16,42,43), <i>Rr</i> (4), <i>Rt</i> (2,5,16,24), <i>Rti</i> (2,24-26,32,34), <i>Rsp</i> (6,27,35)	-	<i>Rno</i> (7-9,20), <i>Rt</i> (8,9,20,21,37), <i>Rsp</i> (<i>Rr</i> or/and <i>Rno</i>) (10)	-	-	-
<i>Taenia</i> sp Linnaeus, 1758	-	-	-	<i>Rar, Rr</i> (44) (LARVAE in thoracic and peritoneal cavities, muscle and subcutaneous tissue)	-	-	-	<i>Rsp</i> (30)	-
Nematoda									
ORDER ASCARIDIDA									
Family ASCARIDIDAE									
<i>Ascaris</i> sp Linnaeus, 1758	-	-	<i>Bbe</i> (23)	-	-	-	-	-	<i>Rn</i> (45)
Family HETERAKIDAE									
<i>Heterakis spumosa</i> (Schneider, 1866)	-	<i>Bc</i> (46,47), <i>Bpr, Rho, Bs, Ra, Rex, Rt</i> (23) <i>Rm</i> (47), <i>Rt, Rti</i> (39), <i>Rx</i> (47)	-	<i>Bbo</i> (48), <i>Cg, Lc, Ls, Ma</i> (49), <i>Mr</i> (32,49), <i>Ms</i> (32), <i>Mw</i> (32,49), <i>Nc, Ran, Rar, Rex</i> (49), <i>Rn, Rr</i> (4), <i>Rt</i> (5,24,49), <i>Rti</i> (32,35,41,49), <i>Rsp</i> (6,35), <i>Sm</i> (49)	-	<i>Rno, Rt</i> (50)	-	<i>Bi</i> (11,28), <i>Bs, Bbe, Bbo</i> (11)	-
<i>Heterakis</i> sp (syn <i>Ganguleterakis</i> sp)	-	<i>Rl</i> (14)	-	<i>Rsp</i> (6)	-	-	-	-	-

Family SEURATIDAE									
<i>Seuratum</i> sp Hall, 1916	-	<i>Mw</i> (51)	-	-	-	-	-	-	-
Family SUBULURIDAE									
<i>Subulura andersoni</i> Cobbold, 1876	-	<i>Bc</i> (46,47,52), <i>Bp</i> (52), <i>Bpr</i> (47,53), <i>Mb</i> (54), <i>Me</i> (47), <i>Rho</i> (47,52), <i>Rlu</i> (14), <i>Rm</i> (47), <i>Rt</i> (46,55,56), <i>Rx</i> (47)	-	<i>Bbo</i> (48), <i>Ls</i> (49), <i>Mr</i> (32), <i>Ms</i> (32,57), <i>Mw</i> (57), <i>Nc</i> (48)	-	-	-	-	-
<i>Subulura sipiroki</i> Purwaningsih, 2003	-	<i>Ls</i> (55)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Subulura</i> sp Molin, 1860	-	-	-	<i>Sm</i> (33)	-	-	-	-	-
ORDER OXYURIDA									
Family OXYURIDAE									
<i>Aspiculuris tetraptera</i> (Nitzsch, 1821)	-	-	-	<i>Rt</i> (5)	-	<i>Rt</i> (50)	-	-	-
<i>Aspiculuris</i> sp Schulz, 1927	-	<i>Ms</i> , <i>Rt</i> (39)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Citellina levini</i> Li, 1933	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Bi</i> , <i>Rn</i> (45)
<i>Syphacia muris</i> (Yamaguti, 1935) **	-	<i>Bc</i> , <i>Bpr</i> (47), <i>Rar</i> (17,58), <i>Rex</i> , <i>Rr</i> (59), <i>Rt</i> (23), <i>Rho</i> (47), <i>Rr</i> (59), <i>Rt</i> (17,39), <i>Rx</i> (47,60)	<i>Bs</i> , <i>Bbe</i> , <i>Ms</i> , <i>Rex</i> , <i>Rn</i>	<i>Cg</i> , <i>Lc</i> , <i>Ls</i> , <i>Ma</i> (49), <i>Mr</i> (32,49), <i>Ms</i> (32), <i>Mw</i> , <i>Nc</i> (49), <i>Ran</i> (2,49), <i>Rar</i> (2,48,49), <i>Rex</i> (2,40,49), <i>Rno</i> (2), <i>Rr</i> (4), <i>Rt</i> (2,5,49), <i>Rti</i> (2,16,26,32,34,49), <i>Rsp</i> (6,35), <i>Sm</i> (32,49)	-	<i>Rno</i> , <i>Rt</i> (8,50)	-	<i>Bi</i> (11,28), <i>Bs</i> , <i>Bbe</i> , <i>Bbo</i> , <i>Le</i> , <i>Ms</i> , <i>Nf</i> , <i>Rex</i> , <i>Rl</i> (11), <i>Rt</i> (11,12)	<i>Rar</i> , <i>Rl</i> , <i>Rt</i> (13)
<i>Syphacia obvelata</i> (Rudolphi, 1802)	-	-	<i>Mc</i> , <i>Mco</i> (23)	-	-	<i>Rt</i> (37)	-	<i>Mc</i> , <i>Mce</i> (11)	-
<i>Syphacia (Seuratoxyuris) pahangi</i> Ow-Yang, 1971	-	-	-	<i>Cg</i> (49,61)	-	-	-	-	-
<i>Syphacia rifaii</i> Dewi & Hasegawa, 2010	-	<i>Bc</i> (46), <i>Bc</i> , <i>Bpr</i> (62)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syphacia sulawesiensis</i> Hasegawa & Tarore, 1996	-	<i>Rx</i> (60)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syphacia</i> sp Seurat, 1916	-	-	-	<i>Ls</i> (57)	-	-	<i>Rex</i> (63)	-	-
ORDER RHABDITIDA									
Family STRONGYLOIDIDAE									
<i>Strongyloides ratti</i> Sandground, 1925	-	<i>Rar</i> (58), <i>Rex</i> (59), <i>Rmo</i> (64), <i>Rr</i> (59)	-	<i>Bi</i> (2), <i>Cg</i> , <i>Lc</i> (49), <i>Ls</i> (2,49), <i>Ma</i> , <i>Mr</i> (49), <i>Ms</i> (16), <i>Mw</i> , <i>Nc</i> (49), <i>Ran</i> (2,49), <i>Rar</i> (2,49), <i>Rex</i> (2,16,26,49), <i>Rno</i> (2), <i>Rt</i> (2,5,49), <i>Rti</i> (2,16,48,49), <i>Sm</i> (49)	-	<i>Rno</i> (7,9,50), <i>Rt</i> (9,37,50)	<i>Rno</i> (63)	-	-

<i>Strongyloides venezuelensis</i> Brumpt, 1934	-	<i>Rex, Rr</i> (59)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides</i> sp Grassi, 1879	-	-	-	<i>Mr, Ms, Mw, Rex, Rti, Sm</i> (32)	-	-	-	-	-
<i>Strongyloides</i> spp (<i>S. ratti</i> and/or <i>S. venezuelensis</i>)	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Rar, Rl</i> (13)
ORDER SPIRURIDA									
Family ACUARIIDAE									
<i>Molinacuaria</i> sp Wong & Lankester, 1985	-	<i>Rlu</i> (14)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tikusnema javaense</i> Hasegawa, Shiraishi & Rochman, 1992 syn <i>Molinacuaria indonesiensis</i> Gibbons, Crawshaw & Rumpus, 1992	-	<i>Bpr</i> (47), <i>Rar</i> (58,65-67), <i>Rt, Rti</i> (1), <i>Rho</i> (47)	-	-	-	-	-	-	-
Family GNATHOSTOMATIDAE									
<i>Gnathostoma malaysiae</i> Miyazaki & Dunn, 1965	-	-	-	<i>Ms</i> (57,68), <i>Rti</i> (68)	-	-	-	<i>Ms</i> (69)	-
Family GONGYLONEMATIDAE									
<i>Gongylonema neoplasticum</i> (Fibiger & Ditlevson, 1914) Ransom & Hall, 1916 **	-	<i>Bc</i> (46), <i>Rn</i> (17), <i>Rr</i> (59), <i>Rt</i> (17,39,46)	<i>Ra, Rex, Rt</i> (23)	<i>Rex</i> (26,32), <i>Rno</i> (16), <i>Rr</i> (4), <i>Rt</i> (5,24,63), <i>Rti</i> (26,32,34,48), <i>Rsp</i> (6)	-	<i>Rno</i> (7,9,50), <i>Rt</i> (9,37,50)	<i>Rex, Rno, Rt</i> (63)	<i>Bs, Ms, Mce, Mco, Nf, Rex, Rl</i> (11), <i>Rt</i> (11,12)	<i>Rt</i> (13)
Family HABRONEMATIDAE									
<i>Habronema</i> sp Diesing, 1861	-	-	-	<i>Mw</i> (57)	-	-	-	-	-
<i>Parabronema</i> sp Baylis, 1921	-	-	-	-	-	<i>Rno, Rt</i> (50)	-	-	-
Family ONCHOCERCIDAE									
<i>Breinlia (Breinlia) booliati</i> Singh & Ho, 1973	-	<i>Mb, Nf, Rar, Rex, Rt, Rti</i> (70)	-	<i>Ls</i> (71-74), <i>Mr</i> (73,74), <i>Ms</i> (73), <i>Nc</i> (71,73,74), <i>Pp</i> (73,74), <i>Ran</i> (73), <i>Rex</i> (73,74), <i>Rr</i> (75), <i>Sm</i> (71,73)	-	-	-	<i>Rti</i> (76)	-
<i>Breinlia (Breinlia) jittapalapongi</i> Veciana, Bain, Morand et al, 2015	-	-	<i>Ra, Rt</i> (77)	-	-	-	-	-	-
<i>Breinlia (Breinlia) tinjili</i> Purnomo & Bangs, 1996	-	<i>Rti</i> (78)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Breinlia</i> sp Yorke & Maplestone, 1926	-	-	-	<i>Ls</i> (2,33), <i>Rti</i> (2,48), <i>Sm</i> (2)	-	-	-	-	-
<i>Dunnifilaria ramachandrani</i> (Mullin & Balasingam, 1973)	-	-	-	<i>Ls</i> (79)	-	-	-	-	-
<i>Dunnifilaria</i> sp Mullin & Balasingam, 1973	-	-	-	<i>Ls</i> (2)	-	-	-	-	-
Family PHYSALOPTERIDAE									
<i>Physaloptera ngoci</i> Le-Van-Hoa, 1961	<i>Bs, Rar, Rex, Rt</i> (80)	-	<i>Bs, Rs</i> (80)	-	-	-	-	<i>Bi, Bs, Bbe, Mc, Mce, Rno</i> (81) <i>Rex, Rs</i> (80)	-
<i>Physaloptera</i> sp Rudolphi, 1819	-	<i>Mb, Nl</i> (54), <i>Rar</i> (58)	<i>Bi, Rl</i> (23)	<i>Bbo</i> (48), <i>Lc</i> (40), <i>Rar</i> (48), <i>Rt</i> (40), <i>Rti</i> (48), <i>Rsp</i> (6)	-	-	-	<i>Bi</i> (11,28), <i>Bs, Bbe, Mc, Mce, Rl</i> (11)	-
<i>Physalopteridae</i> Leiper, 1908	-	-	-	<i>Mr, Ms</i> (32)	-	-	-	-	-

Family RICTULARIIDAE									
<i>Pterygodermatites tani</i> (Hoepli, 1929) (syn <i>Rictularia tani</i>)	-	<i>Mb</i> (54), <i>Rt</i> (15,56), <i>Rx</i> (47)	-	<i>Ls</i> (57), <i>Mr</i> (32), <i>Ms</i> (32,57), <i>Nc</i> (48,57), <i>Rno</i> (16,63), <i>Rt</i> (2,16,63), <i>Rti</i> (2,25,48,82), <i>Rsp</i> (6)	-	<i>Rno</i> , <i>Rt</i> (50)	<i>Rno</i> (63)	-	<i>Rno</i> (83)
<i>Pterygodermatites whartoni</i> (Tubangui, 1931) (syn <i>Rictularia whartoni</i>)	-	<i>Rex</i> , <i>Rr</i> (59), <i>Rt</i> (46,84)	-	-	-	<i>Rno</i> (7,9,85)	-	-	-
<i>Pterygodermatites whartoni/tani</i>	-	-	-	<i>Rn</i> , <i>Rr</i> (4)	-	-	-	-	-
<i>Pterygodermatites</i> sp Wedl, 1861	-	<i>Rh</i> (84), <i>Rt</i> (39)	<i>Bs</i> , <i>Rex</i> , <i>Rl</i> , <i>Rt</i> (23)	<i>Rsp</i> (6)	-	-	-	<i>Nf</i> (11), <i>Rt</i> (11,12)	-
<i>Rictularia</i> sp Frölich, 1802	-	-	-	-	-	-	-	<i>Rno</i> , <i>Rr</i> (86), <i>Rsp</i> (<i>Rr</i> or/and <i>Rno</i>) (30)	-
Family SPIROCERCIDAE									
<i>Mastophorus muris</i> (Gmelin, 1790)	-	<i>Bc</i> (47), <i>Nl</i> , <i>Mb</i> , <i>Rex</i> (54), <i>Rmo</i> (64), <i>Rr</i> (59), <i>Rx</i> (47)	-	<i>Ls</i> , <i>Rex</i> (32), <i>Rn</i> , <i>Rr</i> (4), <i>Rt</i> (16), <i>Rti</i> (32,41), <i>Rsp</i> (6,35)	-	-	-	-	-
<i>Mastophorus</i> sp Diesing, 1853	-	<i>Rar</i> , <i>Rex</i> , <i>Rt</i> (17)	-	<i>Ls</i> (33)	-	-	-	<i>Bi</i> (11,28), <i>Bbe</i> , <i>Bbo</i> , <i>Rex</i> (11), <i>Rt</i> (11,12)	-
<i>Protospirura muricola</i> (Geddoelst, 1916) Smales, 2009	-	-	-	-	-	<i>Rno</i> (7,9,50), <i>Rt</i> (9,50)	-	-	-
<i>Protospirura siamensis</i> Ribas, Veciana, Chaisiri & Morand, 2012	-	-	<i>Bs</i> , <i>Ra</i> , <i>Rt</i> (23)	-	-	-	-	<i>Bi</i> , <i>Bbe</i> , <i>Bbo</i> , <i>Mc</i> , <i>Mce</i> , <i>Mco</i> , <i>Msp</i> , <i>Rex</i> , <i>Rl</i> , <i>Rt</i> (87)	-
<i>Protospirura</i> sp Seurat, 1914	-	<i>Rlu</i> (14)	-	<i>Ls</i> , <i>Ms</i> (57)	-	-	-	<i>Bi</i> (11,28), <i>Bbe</i> , <i>Bbo</i> , <i>Mc</i> , <i>Mce</i> , <i>Mco</i> , <i>Rex</i> , <i>Rl</i> (11), <i>Rt</i> (11,12)	-
<i>Protospirura-Mastophorus</i> sp	-	-	-	<i>Bb</i> , <i>Lc</i> , <i>Nc</i> , <i>Rar</i> (48), <i>Rex</i> , <i>Rn</i> , <i>Rt</i> (63), <i>Rti</i> (48)	-	-	<i>Rex</i> , <i>Rno</i> , <i>Rt</i> (63)	-	-
<i>Streptopharagus</i> sp Blanc, 1912	-	-	-	<i>Bbo</i> (24)	-	-	-	-	-
Family SPIRURIDAE									
<i>Arduenna</i> sp Railliet & Henry, 1911	-	-	-	<i>Mw</i> (57)	-	-	-	-	-
<i>Spirura</i> sp Blanchard, 1849	-	-	-	<i>Ms</i> (57)	-	-	-	-	-
ORDER STRONGYLIDA									
Family ANCYLOSTOMATIDAE									
<i>Ancylostoma gilsoni</i> Geddoelst, 1917	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Rn</i> (45)
<i>Globocephalus connorfilii</i> Lane, 1922	-	-	-	<i>Ls</i> (32)	-	-	-	-	-
<i>Globocephalus</i> sp Molin, 1861	-	-	<i>Rt</i> (23)	<i>Ls</i> (57)	-	<i>Rt</i> (50)	-	-	-
Family ANGIOSTRONGYLIDAE									
<i>Angiostrongylus (Parastrongylus) cantonensis</i> (Chen, 1935) Dougherty, 1946	-	<i>Bi</i> (88), <i>Mb</i> (54), <i>Nl</i> (89), <i>Rar</i> (90,91), <i>Rex</i> (89,91), <i>Rno</i> (89,90),	-	<i>Rar</i> (48,93), <i>Rex</i> (63), <i>Rt</i> (63,93), <i>Rti</i> (48,93,94)	-	<i>Rno</i> (8,9,50) <i>Rt</i> (8,9,21,37,50)	<i>Rt</i> (63)	<i>Bb</i> (95), <i>Bi</i> (95,96), <i>Rex</i> (22,95), <i>Rno</i> (22,95,96), <i>Rr</i> (95),	-

		<i>Rt</i> (15,54,88-92), <i>Rti</i> (89,91,92)						<i>Rsp</i> (<i>Rr</i> or/and <i>Rno</i>) (30)	
<i>Angiostrongylus (Parastrongylus) malaysiensis</i> Bhaibulaya & Cross, 1971	-	<i>Rlu</i> (14), <i>Rt</i> , <i>Rti</i> (91)	-	<i>Bbo</i> , <i>Ls</i> , <i>Ms</i> , <i>Mw</i> (97), <i>Nc</i> (16,97), <i>Ran</i> (97), <i>Rar</i> (16,26,97-99), <i>Rex</i> (16,26,32,97-99), <i>Rno</i> (4,16,97), <i>Rr</i> (4), <i>Rt</i> (5,16,24,97-100), <i>Rti</i> (16,25,26,32,34,97,99,101), <i>Rsp</i> (35), <i>Sm</i> (97)	-	-	-	-	-
<i>Angiostrongylus (Parastrongylus) siamensis</i> Ohbayashi, Kamiya & Bhaibulaya, 1979	-	-	-	-	-	-	-	<i>Bs</i> , <i>Bbe</i> (102), <i>Ls</i> , (103), <i>Ms</i> (102)	-
<i>Angiostrongylus</i> sp Kamensky, 1905	-	<i>Bi</i> , <i>Mb</i> , <i>Nl</i> , <i>Rar</i> , <i>Rex</i> , <i>Rno</i> , <i>Rt</i> , <i>Rti</i> (104)	-	<i>Ran</i> , <i>Rar</i> , <i>Rex</i> , <i>Rn</i> , <i>Rt</i> , <i>Rti</i> (2)	-	-	-	<i>Rno</i> (105)	-
<i>Malayometastrongylus diardinematus</i> Gibbons & Krishnasamy, 1986	-	-	<i>Rt</i> (106)	<i>Rt</i> (100)	-	-	-	-	-
Family CHABERTIIDAE									
<i>Cyclodontostomum purvisi</i> Adams, 1933 ** (syn <i>Ancistronema coronatum</i>)	-	<i>Ec</i> , <i>Ls</i> (107), <i>Mb</i> (54), <i>Mw</i> , <i>Nc</i> , <i>Pd</i> (107), <i>Rex</i> , <i>Rti</i> (51), <i>Rho</i> (47,107), <i>Rm</i> (47)	-	<i>Bbo</i> (48,108), <i>Ls</i> (57,108), <i>Ms</i> (57), <i>Mw</i> (32,57), <i>Nc</i> (48), <i>Ran</i> (2), <i>Rar</i> (48), <i>Rt</i> (2), <i>Rti</i> (2), <i>Sm</i> (32,108)	-	-	-	<i>Bi</i> (11,28,109), <i>Bs</i> (109)	<i>Bi</i> (45)
<i>Trachypharynx cibodasi</i> Purwaningsih & Purnomo, 1992	-	<i>Rti</i> (110)	-	-	-	-	-	-	-
Family FILAROIDIDAE									
<i>Filariidae</i> Cobbold, 1864	-	-	-	-	-	-	-	<i>Nf</i> (11), <i>Rt</i> (11,12)	-
<i>Filarioidea</i>	-	-	-	<i>Ms</i> (32)	-	-	-	-	-
<i>Filaroides</i> sp van Beneden, 1858	-	-	-	-	-	-	<i>Rno</i> , <i>Rt</i> (50)	-	-
Family HELIGMONELLIDAE									
<i>Bunomystrongylus abadii</i> Hasegawa & Mangali, 1996	-	<i>Bp</i> (111)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bunomystrongylus miyagii</i> Hasegawa & Mangali, 1996	-	<i>Ba</i> (111)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calypsostrongylus malayensis</i> Durette-Desset, 1976	-	-	-	<i>Lc</i> , <i>Ls</i> , <i>Mr</i> , <i>Ran</i> , <i>Rar</i> , <i>Rt</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Fissicauda brevispicula</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Ls</i> , <i>Mw</i> , <i>Rti</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Fissicauda callosciuri</i> (Supperer & Kutzer, 1964)	-	-	-	<i>Lc</i> , <i>Sm</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Hasanuddinina maxomyos</i> Hasegawa & Syafruddin, 1994	-	<i>Ec</i> , <i>Mm</i> (113)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hasanuddinina</i> sp Hasegawa & Syafruddin, 1994	-	<i>Mm</i> (114)	-	-	-	-	-	-	-

<i>Heligmonellidae</i> (Skrjabin & Schikhobalova, 1952, tribe) Durette-Desset & Chabaud, 1977	-	-	-	<i>Ls, Mr, Ms, Mw, Rex</i> (32), <i>Rti</i> (32,41), <i>Sm</i> (32)	-	-	-	-	-
<i>Heligmonoides bulbosus</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Mw</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Heligmonoides lanceolatus</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Mr</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Heligmonoides musseri</i> Hasegawa & Syafruddin, 1994	-	<i>Eck, Me, Mm</i> (113)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heligmonoides</i> sp Baylis, 1928	-	-	-	<i>Ls</i> (33)	-	-	-	-	-
<i>Krishnasamyos triangulus</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983 (syn <i>Paraheligmonelloides triangulus</i>)	-	-	-	<i>Cg, Ls, Mr</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Macrostrongylus ratti</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Ls, Mr, Mw, Rt</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Malaistrongylus odontospicularis</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Cg, Lc, Ls, Mr, Mw</i> (112)	-	-	-	<i>Ms</i> (112)	-
<i>Malaistrongylus</i> sp Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Mr</i> (33)	-	-	-	-	-
<i>Maxomyststrongylus musseri</i> Hasegawa & Syafruddin, 1997	-	<i>Mm</i> (114), <i>Mw</i> (115)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Maxomyststrongylus yasumai</i> Hasegawa & Syafruddin, 1997	-	<i>Nc, Rt</i> (115)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nippostrongylus braziliensis</i> (Travassos, 1914)	-	<i>Rar</i> (17,58), <i>Rex</i> (39,114), <i>Rno</i> (17), <i>Rr</i> (59,114), <i>Rt</i> (17,39), <i>Rti</i> (39)	-	<i>Lc</i> (48), <i>Ls</i> (24), <i>Nc</i> (48), <i>Rar</i> (16,112), <i>Rno</i> (4,16), <i>Rr</i> (4), <i>Rt</i> (5,16,24,112), <i>Rti</i> (34,48,112), <i>Rsp</i> (6,35,36)	-	<i>Rno, Rt</i> (50)	-	-	<i>Nf</i> (45), <i>Rar, Rl</i> (13), <i>Rn</i> (45), <i>Rt</i> (13)
<i>Nippostrongylus marhaeniae</i> Hasegawa & Syafruddin, 1995	-	<i>Rmo</i> (64)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nippostrongylus muris</i> (Yokogawa, 1920) Lane, 1923	-	<i>Rt</i> (47)	-	<i>Rex, Rt</i> (63), <i>Rti</i> (26)	-	<i>Rno</i> (7), <i>Rt</i> (21,37)	<i>Rex, Rno</i> (63)	-	-
<i>Nippostrongylus sembeli</i> Hasegawa & Tarore, 1995	-	<i>Rx</i> (116)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nippostrongylus</i> sp Lane, 1923	-	<i>Rex</i> (59) (LARVAE)	-	<i>Rex, Rt</i> (2)	-	-	-	<i>Rsp</i> (<i>Rr</i> or/and <i>Rno</i>) (30)	-
<i>Odilia mallomyos</i> Hasegawa & Syafruddin, 1994	-	<i>Mar</i> (117)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odilia mamasensis</i> Hasegawa, Miyata & Syafruddin, 1999	-	<i>Mm</i> (118)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odilia maxomys</i> Hasegawa, Miyata & Syafruddin, 1999	-	<i>Mm</i> (118)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odilia moatensis</i> Hasegawa, Miyata & Syafruddin, 1999	-	<i>Rx</i> (118)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odilia sulawasiensis</i> Hasegawa, Miyata &	-	<i>Rx</i> (118)	-	-	-	-	-	-	-

Syafuruddin, 1999									
<i>Odilia</i> sp Durette-Desset, 1973	-	<i>Rmo</i> (64)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orientostrongylus krishnansamyi</i> Durette-Desset & Lim, 1974	-	-	-	<i>Mw, Rar, Rex, Rt, Rti</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Orientostrongylus ratti</i> Ohbayashi et Kamiya, 1980	-	-	-	-	-	-	-	<i>Rno, Rr</i> (119)	-
<i>Orientostrongylus siamensis</i> Ohbayashi et Kamiya, 1980	-	-	-	-	-	-	-	<i>Ms</i> (119)	-
<i>Orientostrongylus tenorai</i> Durette-Desset, 1970	-	<i>Rex, Rr</i> (59,114)	-	<i>Mw, Rar, Rex, Rt, Rti, Sm</i> (112)	-	-	-	<i>Bi, Bs</i> (112,119)	<i>Rar, Rl</i> (13)
<i>Orientostrongylus</i> sp Durette-Desset, 1971	-	<i>Rmo</i> (64)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paraheligmoneiloides rajah</i> Ow Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983 incertae cedis after Digiani & Durette-Desset (2014)	-	-	-	<i>Mr</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Rattuststrongylus odontoconus</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Ls, Mr</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Rattuststrongylus rotundoconus</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Ls, Mr</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Sabanema kepongi</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Cg, Ls, Nc, Ran</i> (112)	-	-	-	<i>Nf</i> (112)	-
<i>Sabanema longispicularis</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Ls, Mr</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Sabanema macrovulva</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Ls</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Sabanema montana</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Ma</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Sabanema sabana</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Cg, Lc, Ls, Mr, Rar, Rti</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Syafuruddinema annandalei</i> (Ow Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983) (syn <i>Paraheligmoneiloides annandalei</i>)	-	-	-	<i>Ran, Sm</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Syafuruddinema eropeplios</i> (Hasegawa, Miyata & Siyafuruddin, 1999) (syn <i>Paraheligmoneiloides eropeplios</i>)	-	<i>Ec</i> (118)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syafuruddinema paruromyos</i> (Hasegawa, Miyata & Siyafuruddin, 1999) (syn <i>Paraheligmoneiloides paruromyos</i>)	-	<i>Pd</i> (118)	-	-	-	-	-	-	-
Family HELIGMOSOMIDAE									
<i>Longistriata</i> sp Schulz, 1926 inaccurate identification	-	-	-	<i>Lc, Rex, Rt</i> (40)	-	-	-	-	-
<i>Longistriata</i> spp inaccurate identification	-	-	-	<i>Ls, Ms, Mw, Nc</i> (57)	-	-	-	-	-
Family METASTRONGYLIDAE									
<i>Thaistrongylus harinasutai</i> Ohbayashi, Kamiya & Bhaibulaya, 1979	-	-	-	<i>Rt</i> (100)	-	-	-	<i>Bbe</i> (103)	-
Family MOLINEIDAE									

<i>Molineus</i> sp Cameron, 1923	-	<i>Ms, Rt</i> (56)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pithecostrongylus bicapitus</i> Ow-Yang, Durette-Desset & Ohbayashi, 1983	-	-	-	<i>Nc, Rti</i> (112)	-	-	-	-	-
<i>Hooperstrongylus</i> sp Lie & Ow-Yang, 1963 (syn <i>Pithecostrongylus</i> sp Lubimov, 1930)	-	-	-	<i>Mw</i> (57)	-	-	-	-	-
Family TRICHOSTRONGYLIDAE									
<i>Hepatojarakus malayae</i> Yeh, 1955	-	<i>Me</i> (47), <i>Mp</i> (14), <i>Rho</i> (47), <i>Rlu</i> (14), <i>Rm</i> (47), <i>Rti</i> (54,56)	-	<i>Bbo</i> (24,48,112), <i>Lc</i> (112), <i>Ls</i> (57), <i>Ma</i> (112), <i>Mr</i> (24,112), <i>Ms</i> (57), <i>Mw</i> (112), <i>Nc</i> (48,112), <i>Ran</i> (2,112), <i>Rar</i> (48,112), <i>Rex</i> (2,26,63,112), <i>Rt</i> (2,112), <i>Rti</i> (2,16,25,26,34,48,82 ,112), <i>Rsp</i> (35), <i>Sm</i> (24,33)	-	<i>Rno, Rt</i> (50)	-	-	-
<i>Trichostrongylidae</i> Leiper, 1908	-	-	<i>Bi, Bs, Mc, Mco, Rn,</i> <i>Rt</i> (23)	-	-	-	-	<i>Bi</i> (11,28), <i>Bs, Le,</i> <i>Ms, Mc, Mce, Mco,</i> <i>Nf, Rex, Ri</i> (11), <i>Rt</i> (11,12)	-
<i>Trichostrongylus</i> sp Looss, 1905	-	-	-	<i>Ls, Mr, Rt</i> (24), <i>Rsp</i> (27)	-	-	-	-	-
ORDER TRICHOCEPHALIDA									
Family ANATRICHOSOMATIDAE									
<i>Anatrichosoma</i> sp Smith & Chitwood, 1954	-	-	-	-	-	<i>Rno, Rt</i> (8)	-	-	-
Family CAPILLARIIDAE									
<i>Aonchotheca</i> sp Lopez-Neyra, 1947	-	-	<i>Bbe</i> (23)	-	-	-	-	<i>Bi</i> (11,28), <i>Mce</i> (11)	-
<i>Aonchotheca yannickchavali</i> Veciana, et al., in press	-	-	-	-	-	-	-	<i>Bs</i>	-
<i>Capillaria hepatica</i> (Bancroft, 1893) **	-	<i>Le, Ls</i> (120), <i>Mb</i> (54,120), <i>Mm, Rar</i> (120), <i>Rex</i> (17,120), <i>Rho, Rr</i> (120), <i>Rt</i> (15,17,54,120), <i>Rti</i> (17)	-	<i>Bi, Bbo, Le</i> (121), <i>Ls</i> (24,121), <i>Mr</i> (24,32,121), <i>Ms</i> (32,121), <i>Mw</i> (32,121), <i>Nc</i> (48), <i>Nf</i> (121), <i>Ran</i> (2,121), <i>Rar</i> (2,48,121), <i>Rex</i> (2,32,121), <i>Rno</i> (2,121), <i>Rt</i> (2,5,24,121), <i>Rti</i> (32,48,121), <i>Sm</i> (24,32,99), <i>Rsp</i> (6,36)	-	<i>Rno</i> (7-9,50), <i>Rt</i> (8,9,50), <i>Rsp (Rr</i> <i>or/and Rno)</i> (10)	-	<i>Rsp (Rr or/and Rno)</i> (30)	-

<i>Capillaria traveræ</i> Ash, 1962	-	Rr (59)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Capillaria</i> sp Zeder, 1800	-	Mp (14)	-	Ms (57)	-	-	Rno (63)	-	-
<i>Capillariinae</i> Railliet, 1915	-	Rex, Rr (59)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eucoleus bacillatus</i> (Eberth, 1863)	-	Rar (58)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eucoleus gastricus</i> (Baylis 1926)	-	-	-	-	-	Rno, Rt (50)	-	-	-
<i>Eucoleus hepaticus</i> (Bancroft, 1893) Lopez-Neyra, 1947	-	-	-	Rex, Rt (63)	-	-	-	-	-
<i>Eucoleus</i> sp Dujardin, 1845	-	-	-	-	-	-	Bi (11,28), Mce (11)	-	-
Family TRICHINELLIDAE									
<i>Trichinella spiralis</i> (Owen, 1835)	-	-	-	-	-	-	Rr (122)	-	-
Family TRICHOSOMOIDIDAE									
<i>Trichosomoides crassicauda</i> (Bellingham, 1846) Railliet, 1895	-	-	-	Rex, Rt (63)	-	Rno (7,50), Rt (50), Rsp (Rr or/and Rno) (10)	Rno (63)	-	-
Family TRICHURIDAE									
<i>Trichuris</i> sp Roederer, 1761	-	-	-	Ls, Ms, Mw (57)	-	-	-	-	-
Pentastomida									
ORDER POROCEPHALIDA									
Family POROCEPHALIDAE									
<i>Armillifer moniliformis</i> (Diesing, 1835)	-	-	-	Bbo (24,123), Le, Ls, Mr, Ms (123), Mw (32,123), Nc (123), Rti (32,123), Sm (123)	-	-	-	-	-
<i>Armillifer</i> sp Sambon, 1922	-	-	-	Rti (34) (NYMPHS)	-	-	-	-	-
Trematoda									
ORDER ECHINOSTOMIDA									
Family ECHINOSTOMATIDAE									
<i>Echinostoma cinetorchis</i> Ando & Ozaki, 1923	-	-	-	-	-	-	-	Bi (124)	-
<i>Echinostoma ilocanum</i> (Garrison, 1908) Tubangui, 1931 ** (syn <i>Euparyphium ilocanum</i>)	-	-	-	-	-	Rno (7,125), Rr (126), Rt (127)	-	Rsp (Rr or/and Rno) (30)	-
<i>Echinostoma lindoense</i> Sandground & Bonne, 1940	-	-	-	-	-	Rt (127)	-	-	-
<i>Echinostoma malayanum</i> Leiper, 1911 **	-	-	Rl (23)	Rar (128-130), Rex (2), Rt (2,128,129), Rti (128)	-	-	-	Rsp (Rr or/and Rno) (30)	-
<i>Echinostoma revolutum</i> (Froelich, 1802) Looss, 1899	-	-	-	-	-	Rno, Rt (20)	-	-	-
<i>Echinostoma</i> sp Rudolphi, 1809	-	Rar, Rt (17)	-	Rt (5,128)	-	-	-	Bs, Rl (11)	-
<i>Euparyphium guerreroi</i> Tubangui, 1931	-	-	-	-	-	Rno (7,125)	-	-	-
<i>Euparyphium murinum</i> Tubangui, 1931	-	-	-	-	-	Rno (7)	-	-	-

(syn <i>Echinostoma murinum</i>)									
<i>Euparyphium paramurinum</i> Velasquez, 1964	-	-	-	-	-	<i>Rno, Rt</i> (20)	-	-	-
<i>Euparyphium</i> spp Dietz, 1909	-	-	-	-	-	<i>Rt</i> (21)	-	-	-
Family NOTOCOTYLIDAE									
<i>Notocotylus loeiensis</i> Chaisiri, Morand & Ribas, 2011	-	-	-	-	-	-	-	<i>Bi</i> (11), <i>Rl</i> (11,131)	-
<i>Notocotylus</i> sp Diesing, 1839	-	-	-	-	-	-	-	<i>Bi</i> (28)	<i>Rar, Rl</i> (13)
<i>Quinqueserialis quinqueserialis</i> (Barker & Laughlin, 1911) Harwood, 1939	-	-	-	-	-	-	-	<i>Rsp</i> (<i>Rr</i> or/and <i>Rno</i>) (30)	-
ORDER PLAGIORCHIIDA									
Family ACHILLURBAINIIDAE									
<i>Achillurbainia ratti</i> Miyazaki & Kwo, 1969	-	-	-	<i>Sm</i> (129)	-	-	-	-	-
<i>Ectosiphonus</i> sp Sinitzin, 1931	-	-	-	<i>Bbo</i> (129)	-	-	-	-	-
Family DICROCOELIIDAE									
<i>Athesmia foxi</i> Goldberger & Crane, 1911	-	-	-	<i>Rar</i> (130), <i>Rt</i> (129)	-	-	-	-	-
<i>Athesmia</i> sp Looss, 1899	-	-	-	<i>Rt</i> (5)	-	-	-	-	-
<i>Euparadistomum</i> sp Tubangui, 1931	-	-	-	<i>Bbo</i> (129)	-	-	-	-	-
<i>Skrjabinus muris</i> (Stscherbakova, 1942) (syn <i>Platynosomoides muris</i>)	-	-	-	<i>Ls</i> (130), <i>Mr</i> (130) <i>Ran, Rti</i> (2)	-	-	-	-	<i>Rn</i> (124)
<i>Skrjabinus</i> sp Bhalerao, 1936	-	-	-	<i>Bbo, Le, Ls, Mr, Mw, Nc, Nf, Ran, Rex, Rti, Sm</i> (129)	-	-	-	-	-
<i>Zonorchis borneonensis</i> Fischthal & Kuntz, 1965	-	-	-	<i>Rti</i> (2)	-	-	-	-	-
<i>Zonorchis</i> sp Travassos, 1944	-	-	-	<i>Ls</i> (32,33,129), <i>Mr</i> (32), <i>Ran, Sm</i> (129)	-	-	-	-	-
Family HETEROPHYIDAE									
<i>Centrocestus</i> sp Looss, 1899	-	-	-	-	-	-	-	<i>Rsp</i> (<i>Rr</i> or/and <i>Rno</i>) (30)	-
<i>Heterophyidae</i> Odhner, 1914	-	-	-	-	-	<i>Rt</i> (20)	-	-	-
Family LECITHODENDRIIDAE									
<i>Lecithodendriidae</i> Ohdner, 1911	-	-	-	-	-	-	-	<i>Mco, Rl</i> (11)	-
<i>Prosthodendrium</i> sp Dollfus, 1931	-	-	-	<i>Rt</i> (5)	-	-	-	-	-
Family PLAGIORCHIIDAE									
<i>Plagiorchis muris</i> Tanabe, 1922 **	-	-	-	-	-	<i>Rno</i> (8), <i>Rt</i> (8,20)	-	-	-
<i>Plagiorchis philippinensis</i> (Africa & Garcia, 1937) Sandground, 1940	-	-	-	-	-	<i>Rt</i> (127)	-	-	-
<i>Plagiorchis potamonides</i> Tubangui, 1946	-	-	-	-	-	<i>Rno</i> (20), <i>Rt</i> (20,127)	-	-	-
<i>Plagiorchis</i> sp Luhe, 1899	-	-	<i>Mc, Mco, Rt</i> (23)	<i>Rt</i> (5)	-	-	-	-	-
Family TROGLOTREMATIDAE									
<i>Beaveria beaveri</i> Lee, 1965	-	-	-	<i>Le</i> (129), <i>Ls</i> (57,129,130), <i>Mw</i> (57,129), <i>Nc, Nf</i> (129)	-	-	-	-	-

<i>Beaveria microacetabulum</i> Lee, 1965	-	-	-	<i>Si</i> (130)	-	-	-	-	-
<i>Beaveria</i> sp Lee, 1965	-	<i>Rti</i> (1)	-	<i>Ran, Sm</i> (129)	-	-	-	-	-
<i>Paragonimus westermani</i> Kerbert, 1878	-	-	-	-	-	<i>Rno</i> (8,132), <i>Rt</i> (8,20,132)	-	-	-
ORDER STRIGEIDIDA									
Family BRACHYLAIMIDAE									
<i>Brachylaima ratti</i> Baugh, 1962	-	-	-	<i>Ran</i> (2)	-	-	-	-	-
<i>Brachylaima</i> sp Dujardin, 1845	-	-	-	<i>Ran, Rti, Si</i> (129)	-	-	-	-	-
<i>Scaphiostomum</i> sp Braun, 1901	-	-	-	<i>Bbo</i> (129)	-	-	-	-	-
Family DIPLOSTOMIDAE									
<i>Fibricola ramachandrani</i> (Betterton, 1976)	-	-	-	<i>Rti</i> (32), <i>Sm</i> (133)	-	-	-	-	-
<i>Neodiplostomum</i> (<i>Conodiplostomum</i>) sp Railliet 1919	-	-	-	<i>Sm</i> (129)	-	-	-	-	-
Family SCHISTOSOMATIDAE									
<i>Schistosoma incognitum</i> Chandler, 1926	-	<i>Rar</i> (134)	-	-	-	-	-	<i>Bi</i> (135,136), <i>Bs</i> (135)	-
<i>Schistosoma japonicum</i> Katsurada, 1904	-	-	-	-	-	<i>Rno</i> (8,20,137-139), <i>Rt</i> (8,20,37,137-139)	-	-	-
<i>Schistosoma malayensis</i> Greer, Ow-Yang & Yong, 1988	-	-	-	<i>Rti, Sm</i> (140)	-	-	-	-	-
<i>Schistosoma sinensium</i> Pao, 1959	-	-	-	-	-	-	-	<i>Rr</i> (141), <i>Mc, Rr</i> (142)	-
<i>Schistosoma spindale</i> Montgomery, 1906	-	-	-	<i>Bi</i> (143,144), <i>Rar, Rt, Rti</i> (144)	-	-	-	<i>Bi, Bs</i> (135)	-
<i>Schistosoma</i> sp Weinland, 1858	-	-	-	-	-	-	-	<i>Rr</i> (135)	-

Am: *Apomys microdon*, *Bb*: *Bandicota bengalensis*, *Bi*: *Bandicota indica*, *Bs*: *Bandicota savilei*, *Bbe*: *Berylmys berdmorei*, *Bbo*: *Berylmys bowersi*, *Bl*: *Bullimus luzonicus*, *Ba*: *Bunomys andrewsi*, *Bc*: *Bunomys chrysocomus*, *Bp*: *Bunomys penitus*, *Bpr*: *Bunomys prolatus*, *Cg*: *Chiropodomys gliroides*, *Ec*: *Eropeplus canus*, *Lc*: *Lenothrix canus*, *Le*: *Leopoldamys edwardsi*, *Ls*: *Leopoldamys sabanus*, *Mar*: *Mallomys rothschildi*, *Me*: *Margaretamys elegans*, *Ma*: *Maxomys alticola*, *Mb*: *Maxomys bartelsii*, *Mm*: *Maxomys musschenbroekii*, *Mp*: *Maxomys pagensis*, *Mr*: *Maxomys rajah*, *Ms*: *Maxomys surifer*, *Mw*: *Maxomys whiteheadi*, *Mc*: *Mus caroli*, *Mce*: *Mus cervicolor*, *Mco*: *Mus cokii*, *Msp*: *Mus* sp, *Nc*: *Niviventer cremoriventer*, *Nf*: *Niviventer fulvescens*, *Nl*: *Niviventer lepturus*, *Nr*: *Niviventer rapit*, *Pd*: *Paruromys dominator*, *Pp*: *Pithecheir parvus*, *Ra*: *Rattus andamanensis*, *Ran*: *Rattus annandalei*, *Rar*: *Rattus argentiventer*, *Re*: *Rattus edwarsi*, *Rev*: *Rattus everetti*, *Rex*: *Rattus exulans*, *Rh*: *Rattus hainaldi*, *Rhe*: *Rattus hellwadi*, *Rho*: *Rattus hoffmani*, *Rl*: *Rattus losea*, *Rlu*: *Rattus lugens*, *Rm*: *Rattus marmosurus*, *Rmo*: *Rattus morotaiensis*, *Rn*: *Rattus nitidus*, *Rni*: *Rattus niviventer*, *Rno*: *Rattus norvegicus*, *Rr*: *Rattus rattus*, *Rs*: *Rattus sakeratensis*, *Rt*: *Rattus tanezumi*, *Rti*: *Rattus tiomanicus*, *Rx*: *Rattus xanthurus*, *Rsp*: *Rattus* sp, *Si*: *Sundamys infraluteus*, *Sm*: *Sundamys muelleri*

** zoonotic in SEA (145)

1. Kadarsan S, Purwaningsih E, Hartini S, Budiarti I, Saim A. The pattern of parasitic infection in rodents from Bogor Botanical Garden. Ber Biol. 1986;3(4):173-7.

2. Sinniah B. Parasites of some rodents in Malaysia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 1979;10(1):115-21.
3. Deveaux TP, Schmidt GD, Krishnasamy M. Two new species of *Moniliformis* (Acanthocephala: Moniliformidae) from Malaysia. *J Parasitol*. 1988;74(2):322-5.
4. Mohd Zain SN, Behnke JM, Lewis JW. Helminth communities from two urban rat populations in Kuala Lumpur, Malaysia. *Parasites and Vectors*. 2012;5:47.
5. Leong TS, Lim BL, Yap LF, Krishnasamy M. Parasite fauna of the house rat *Rattus rattus diardii* in Kuala Lumpur and nearby villages. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 1979;10(1):122-6.
6. Paramasvaran S, Sani RA, Hassan L, Hanjeet K, Krishnasamy M, John J, et al. Endo-parasite fauna of rodents caught in five wet markets in Kuala Lumpur and its potential zoonotic implications. *Trop Biomed*. 2009;26(1):67-72.
7. Tubangui MA. Worm parasites of the brown rat (*Mus norvegicus*) in the Philippine Islands, with special reference to those forms that may be transmitted to human beings. *Philipp J Sci*. 1931;46(4):537-89.
8. Jueco NL. Rodent diseases transmissible to man. *Acta Medica Philipp (Series 2)*. 1983;19:164-9.
9. Salazar NP. Commensal rodents and their parasites in Manila and suburbs. *Natl Res Counc Philipp Res Bull*. 1977;32:93-126.
10. Claveria FG, Causapin J, de Guzman MA, Toledo MG, Salibay C. Parasite biodiversity in *Rattus* spp caught in wet markets. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2005;36(suppl 4):146-8.
11. Chaisiri K, Chaeychomsri W, Siruntawineti J, Ribas A, Herbreteau V, Morand S. Diversity of gastrointestinal helminths among murid rodents from Northern and Northeastern Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2012;43(1):21-8.
12. Chaisiri K, Chaeychomsri W, Siruntawineti J, Ribas A, Herbreteau V, Morand S. Gastrointestinal helminth infections in Asian house rats (*Rattus tanezumi*) from Northern and Notheastern Thailand. *J Trop Med Parasitol*. 2010;33:29-35.
13. Pham XD, Tran CL, Hasegawa H. Helminths collected from *Rattus* spp. in Bac Ninh Province, Vietnam. *Comp Parasitol*. 2001;68(2):261-4.
14. Saim A, Purwaningsih E. The pattern of helminth parasitic in the wild rodents from Siberut Island, West Sumatra. *Maj Parasitol Indones*. 1999;12(1-2):49-60.
15. Wiroreno W. Helminth parasites of *Rattus rattus diardi* in Bogor, West Java, Indonesia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 1975;6(1):136-8.
16. Lim BL, Ramachandran P, Krishnasamy M. Helminth infection among small mammals in Penang Island, peninsular Malaysia. *Fed museum J*. 1974;19:57-65.
17. Priyanto D, Rahmawati, Ningsih DP. Identification of endoparasites in rats of various habitats. *Heal Sci J Indones*. 2014;5(1):49-53.
18. Krivolutsky DA, Nguyen TK, Fan T V. On the fauna of oribatid mites and anoplocephalats, helminths of domestic and wild animals in Vietnam. *Parazitologiya*. 1991;25(5):468-9.
19. Nguyen TK. Cestode fauna in Taynguyen Region. *Tap Chi Sinh Hoc*. 1986;8(4):26-30.
20. Jueco NL, Zabala ZR. The cestodes and trematodes of *Rattus norvegicus* and *Rattus rattus mindanensis*. *Philipp J Vet Med*. 1990;27:47-51.
21. Antolin MM, Joshi RC, Sebastian LS, Marquez L V, Duque UG, Domingo CJ. Endo- and ectoparasites of the Philippine rice field rat, *Rattus tanezumi* Temminck, on PhilRice farms. *Int Rice Res Notes*. 2006;31(1):26-7.
22. Chenchittikul M, Daengpium S, Hasegawa M, Itoh T, Phanthumachinda B. A study of commensal rodents and shrews with reference to the parasites of medical importance in Chanthaburi Province, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 1983;14(2):255-9.
23. Pakdeenarong N, Siribat P, Chaisiri K, Douangboupaha B, Ribas A, Chaval Y, et al. Helminth communities in murid rodents from southern and northern localities in Lao PDR: the role of habitat and season. *J Helminthol*. 2014;88(3):302-9.

24. Paramasvaran S. Endo-parasite fauna of rodents and shrews from four habitats in the states of Selangor and Negeri Sembilan. Ecto and Endo Parasites of Malaysian Rodents Human And Veterinary Public Health Implications. LAP Lambert Academic Publishing; 2012. p. 148.
25. Ming HT, Krishnasamy M. Ectoparasite acari and endoparasites of small mammals in Taman Negara. J Wildl Park. 1991;10(A special issue to commemorate the Golden jubilee of Taman Negara 1939-1989):54-61.
26. Yap LF, Lim BL, De Witt GF, Krishnasamy M, Sivanandam S, Foong PYK. Protozoan and helminth parasites of small wild animals in a new Felda Settlement Jenderak Utara, Central Pahang, Peninsula Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1977;8(3):345-53.
27. Paramasvaran S, Krishnasamy M, Lee HL, John J, Lokman H, Naseem BM, et al. Helminth infections in small mammals from Ulu Gombak Forest Reserve and the risk to human health. Trop Biomed. 2005;22(2):191-4.
28. Chaisiri K, Herbreteau V, Ribas A, Morand S. A study of great bandicoot (*Bandicota indica*) and their gastrointestinal helminths from Northern and Northeastern Thailand. SPY. 2010;10(1):163-71.
29. Areekul S, Radomyos P. Preliminary report of *Raillietina* sp. infection in man and rats in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1970;1(4):559.
30. Namue C, Wongsawad C. A survey of helminth infection in rats (*Rattus* spp) from Chiang Mai Moat. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1997;28(suppl 1):179-83.
31. Makarikov AA, Tkach V V, Bush SE. Two new species of *Hymenolepis* (Cestoda: Hymenolepididae) from murid rodents (Rodentia: Muridae) in the Philippines. J Parasitol. 2013;99(5):847-55.
32. Syed-Arnez ASK, Mohd Zain SN. A study on wild rats and their endoparasite fauna from the Endau Rompin National Park, Johor. Malaysian J Sci. 2006;25(2):19-39.
33. Singh KI, Krishnasamy M, Ming HT. Collection of small vertebrates and their endoparasites from Ulu Endau, Johore, Malaysia. Malayan Nat J. 1987;41(2):349-56.
34. Krishnasamy M, Singh KI, Ambu S, Ramachandran P. Seasonal prevalence of the helminth fauna of the wood rat *Rattus tiomanicus* (Miller) in West Malaysia. Folia Parasitol (Praha). 1980;27(3):231-5.
35. Nur Syazana MT, Mohd Zain SN, Jeffery J. Biodiversity and macroparasitic distribution of the wild rat population of Carey Island, Klang. Trop Biomed. 2013;30(2):1-12.
36. Siti Shafiyah CO, Jamaiah I, Rohela M, Lau YL, Siti Aminah F. Prevalence of intestinal and blood parasites among wild rats in Kuala Lumpur, Malaysia. Trop Biomed. 2012;29(4):1-7.
37. Fedorko JM. *Schistosoma japonicum* in the black rat, *Rattus rattus mindanensis*, from Leyte, Philippines in relation to *Oncomelania* snail colonies with reference to other endoparasites. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1999;30(2):343-9.
38. Nama HS. An overview of the tapeworm genus *Hymenolepis* Weinland, 1958 *sensu lato* from arid and non-arid regions. Sci Rev Arid Zo Res. 1990;7:1-80.
39. Dewi K, Purwaningsih E. Helminth parasites on rats in rubber plantation in Bogorejo Village, Gedongtataan Subdistrict, Pesawaran Regency, Lampung and their zoonotic review. Zoo Indones. 2013;22(2):1-7.
40. Ambu S, Lim PKC, Mak JW, Kan S, Krishnasamy M, Liew LM, et al. A survey of animals in Pantai, Bengkoka Peninsular, Sabah for zoonotic diseases. J Malaysian Soc Heal. 1984;4(1):42-7.
41. Mohd Zain SN. Endoparasites of rodents in two Islands of the Straits of Malacca. Malaysian J Sci. 2008;27(3):123-7.
42. Iwaki T. Characterization of three strains of *Taenia taeniaeformis*, one isolated from *Clethrionomys rufocanus bedfordiae* and the other two from *Rattus norvegicus*. Jpn J Vet Res. 1988;36:156.

43. Okamoto M, Bessho Y, Kamiya M, Kurosawa T, Horii T. Phylogenetic relationships within *Taenia taeniaeformis* variants and other taeniid cestodes inferred from the nucleotide sequence of the cytochrome c oxidase I gene. *Parasitol Res.* 1995;81:451-8.
44. Kamiya M, Ooi HK, Ohbayashi M, Ow-Yang CK. Bicephalic larval cestode of *Taeniidae* from rats in Malaysia. *Jpn J Vet Res.* 1987;35:275-82.
45. Phan T V. The nematodes parasitizing on animals in Taynguyen Plateau. *Tap Chi Sinh Hoc.* 1984;8(3):22-9.
46. Dewi K. Nematode parasite of rodents in Pakuli Village, Sub-district Gumbara, Regency Donggala, Central Sulawesi. *J Ekologi Kesehatan.* 2011;10(1):38-43.
47. Purwaningsih E, Dewi K. Nematodes in Muridae and the pattern of infection in Lore Lindu National Park, Central Sulawesi. *Ber Biol.* 2007;8(6):509-14.
48. Singh M, Cheong C. On a collection of nematode parasites from Malayan rats. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 1971;2(4):516-22.
49. Ow-Yang CK. Studies on the nematode parasites of Malaysian rodents. I. The Rhabdiasidae, Trichuridae and Oxyuridae. *J Helminthol.* 1971;45(2-3):93-109.
50. Jueco NL, Zabala ZR. The nematodes of *Rattus norvegicus* and *Rattus rattus mindanensis*. *Philipp J Vet Med.* 1990;27(2):39-46.
51. Purwaningsih E, Suwito A. A note on nematodes from bats and rats from Kayan Mentarang Nature Reserved, East Kalimantan. *Maj Parasitol Indones.* 1996;9(1):6-11.
52. Purwaningsih E, Hartini S, Saim A. Nematodes collection from Sulawesi. *Ber Biol.* 2000;5(2):255-7.
53. Dewi K. *Subulura andersoni*, a nematode parasite of rodent. *Fauna Indones.* 2008;8(2):10-5.
54. Wioreno W. Nematode parasites of rats in West Java, Indonesia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 1978;9(4):520-5.
55. Purwaningsih E. Morphological variation and hosts rang of *Subulura andersoni* (Cobbold, 1887) from Indonesia and description of *Subulura sipiroki* n. sp. *Ber Biol.* 2003;6(4):563-7.
56. Purwaningsih E, Saim A. Nematode parasitic in rodents in the islands nearby Sunda Strait. *Ber Biol.* 1988;3(8):386-9.
57. Betterton C. The intestinal helminths of small mammals in the Malaysian tropical rain forest: patterns of parasitism with respect to host ecology. *Int J Parasitol.* 1979;9(4):313-20.
58. Hasegawa H, Shiraishi S, Rochman. *Tikusnema javaense* n. gen., n. sp. (Nematoda: Acuarioidea) and other nematodes from *Rattus argentiventer* collected in west Java, Indonesia. *J Parasitol.* 1992;78:800-4.
59. Hasegawa H, Syafruddin. Nematode fauna of the two sympatric rats *Rattus rattus* and *R. exulans*, in Kao District, Halmahera Island, Indonesia. *J Helminthol Soc Wash.* 1995;62(1):27-31.
60. Hasegawa H, Tarore D. *Syphacia (Syphacia) sulawesiensis* n. sp. and *S. (S.) muris* (Yamaguti, 1933) (Nematoda: Oxyuridae) collected from *Rattus xanthurus* (Gray 1867) (Rodentia: Muridae) in North Sulawesi, Indonesia. *Trop Zool.* 1996;9:165-75.
61. Hugot JP. Les Nematodes *Syphaciinae*, parasites de Rongeurs et de Lagomorphes: Taxonomie, zoogeographie, evolution. *Mémoires du Museum Natl d'Histoire Nat.* 1988;141:148.
62. Dewi K, Hasegawa H. A new *Syphacia* species (Nematoda: Oxyuridae) collected from *Bunomys* spp. (Rodentia: Muridae) in Central Sulawesi, Indonesia. *J Parasitol.* 2010;96(1):125-8.
63. Schacher J, Cheong C. Malaysian parasites. XLVII. Nematode parasites of three common house rat species in Malaya, with notes on *Rictularia tani* Hoeppli, 1929. *Stud Inst Med Res, Fed Malay States.* 1960;29:209-16.
64. Hasegawa H, Syafruddin. *Nippostrongylus marhaeniae* sp. n. and other nematodes collected from *Rattus cf. morotainensis* in North Halmahera, Molucca Islands, Indonesia. *J Helminthol Soc Wash.* 1995;62(2):111-6.
65. Gibbons LM, Crawshaw MT, Rumpus AE. *Molinacuaria indonesiensis* n. sp. (Nematoda: Acuarioidea) from *Rattus argentiventer* in Indonesia.

Syst Parasitology. 1992;23:175-81.

66. Smales LR. A revision of the genus *Tikusnema* (Nematoda: Acuarioidea) with the description of a new species from the false water-rat *Xeromys myoides* from Queensland. Trans R Soc South Aust. 1995;119(2):89-94.
67. Purwaningsih E. *Molinacuaria indonesiensis* Gibbon et.al.,1992 (Nematoda: Acuarioidea) parasite of *Rattus* spp. Maj Parasitol Indones. 2000;13(1-2):33-9.
68. Miyazaki I, Dunn FL. *Gnathostoma malaysiae* sp. n. from rats on Tioman Island, Malaysia (Nematoda: Gnathostomatidae). J Parasitol. 1965;51:382-4.
69. Kamiya H, Kamiya M, Ohbayashi M, Klongkamnuankarn K, Vajrasthira S. *Gnathostoma malaysiae* Miyazaki and Dunn, 1965 from *Rattus surifer* in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1987;18(1):121-6.
70. Lim BL, Wah MJ, Nalim S. New hosts of *Breinlia booliati* with observations on its distribution in Southeast Asia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1978;9(4):526-8.
71. Wah MJ, Lim BL. New hosts of *Breinlia booliati* in wild rats from Sarawak with further observations on its morphology. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1974;5(1):22-8.
72. Singh M, Ho BC. *Breinlia booliati* sp. n. (Filarioidea: Onchocercidae), a filaria of the Malayan forest rat, *Rattus sabanus* (Thos.). J Helminthol. 1973;47(2):127-33.
73. Lim BL, Wah MJ, Singh M, Ho BC, Hian YE. Distribution and ecological consideration of *Breinlia booliati* infecting wild rodents in Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1975;6(2):241-6.
74. Lim BL, Wah MJ. Further new hosts of *Breinlia booliati* from peninsular Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1974;5(3):457-8.
75. Tucker MS, Price DL, Kwa BH, DeBaldo AC. Observations of *Breinlia booliati* in a new host, *Rattus rattus jalorensis*, from Kuantan, State of Pahang, Malaysia. J Parasitol. 2003;89(6):1220-6.
76. Viraboonthai S, Guptavanij P, Sucharit S, Harinasuta C. *Breinlia ratti* in natural host (*Rattus jalorensis*) and experimental hosts. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1974;5(1):143.
77. Veciana M, Bain O, Morand S, Chaisiri K, Douangboupha B, Miquel J, et al. *Breinlia* (*Breinlia*) *jittapalapongi* n. sp. (Nematoda: Filarioidea) from the Asian house rat *Rattus tanezumi* Temminck in Lao PDR. Syst Parasitol. 2015;90(3):237-45.
78. Purnomo, Bangs MJ. *Breinlia tinjili* sp. n. (Filarioidea: Onchocercidae), from the Malaysian field rat, *Rattus tiomanicus*, on Tinjil Island, West Java, Indonesia. J Helminthol Soc Wash. 1996;63(1):93-7.
79. Mullin SW, Balansingam S. *Dunnifilaria ramachandrani* gen. n., sp. n. (Nematoda: Filarioidea) from the Long-Tailed Giant Rat (*Rattus sabanus*) in Malaysia. Helminthol Soc Washingt. 1973;40(1):47-9.
80. Veciana M, Chaisiri K, Morand S, Miquel J, Ribas A. New biogeographical and morphological information on *Physaloptera ngoci* Le-Van-Hoa, 1961 (Nematoda: Physalopteridae) in South-east Asian rodents. Parasite. 2013;20:23.
81. Le-Van-Hoa. Étude d'un nouveau Physaloptère du rat, trouvé au Viet-Nam. Ann Parasitol Hum Comparée. 1961;36(4):672-6.
82. Yeh LS. A new bursate nematode *Hepatojarakus malayae* gen. et sp. nov. from the liver of *Rattus rattus jarak* (Bonhote) on Pulau Jarak, Straits of Malacca. J Helminthol. 1955;29(1 - 2):44-8.
83. Le-Van-Hoa. Étude des nématodes du genre *Rictularia*, Froelich 1802 chez les rongeurs du Sud-Vietnam. Bull la Société Pathol Exot. 1965;58:916-28.
84. Dewi K. The taxonomic status of *Pterygodermatites* spp, and the scanning electron microscopy study of *Pterygoderatites whartoni* (Tubangui, 1931) (Nematoda: Rictulariidae) from Indonesian murids. Zoo Indones. 2010;19(1):6-10.

85. Dollfus RP, Desportes C. Sur le genre *Rictularia* Froelich 1802 (Nematodes, Spiruroidea). Ann Parasitol Hum Comparée. 1945;20:6-34.
86. Kamiya M. *Rictularia tani* from rodents in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1975;6(1):139-41.
87. Ribas A, Veciana M, Chaisiri K, Morand S. *Protopirura siamensis* n. sp. (Nematoda: Spiruridae) from rodents in Thailand. Systematic Parasitology. 2012. p. 21-7.
88. Stafford EE, Sukeri S, Sutanti T. The bandicoot rat, a new host record for *Angiostrongylus cantonensis* in Indonesia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1976;7(1):41-4.
89. Carney WP, Stafford EE, Purnomo, Tanudjaja S. Angiostrongyliasis in Indonesia: additional geographic and host occurrence records. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1978;9(4):516-9.
90. Margono SS, Ilahude HD. *Angiostrongylus cantonensis* in rats and intermediate hosts in Jakarta and its vicinity. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1974;5(2):236-40.
91. Lim BL, Gandahusada S, Kosin E, Margono SS, Sustriayu N, Hadi TR. Studies of *Angiostrongylus cantonensis* and *A. malaysiensis* of rodents hosts in two transmigration schemes in South Sumatra. Bul Penelit Kesehatan, Heal Stud Indones. 1978;6(1):9-14.
92. Kwo EH, Kwo IH. Occurrence of *Angiostrongylus cantonensis* in Rats in North Sumatra, Indonesia. J Parasitol. 1968;54(3):537.
93. Lim BL. Further studies of *Angiostrongylus cantonensis* in Kuching, Sarawak with special reference to the molluscan intermediate hosts. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1970;1(1):112-6.
94. Lim BL. The first authentic record of *Angiostrongylus cantonensis* Chen, 1935 Peninsular Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1975;6(3):376-81.
95. Crook JR, Fulton SE, Supanwong K. Ecological studies on the intermediate and definitive hosts of *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935) in Thailand. Ann Trop Med Parasitol. 1968;62(1):27-44.
96. Pipitgool V, Sithithaworn P, Pongmuttasaya P, Hinz E. *Angiostrongylus* infections in rats and snails in northeast Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1997;28(suppl 1):190-3.
97. Lim BL, Ramachandran P. Ecological studies on *Angiostrongylus malaysiensis* (Nematoda: Metastrongylidae) in Malaysia. In: Cross JH, editor. Studies on Angiostrongyliasis in Eastern Asia and Australia. Taipei, Taiwan: U. S. Naval Medical Research Unit No. 2; 1979. p. 26-48.
98. Lim BL, Lim TW, Cheah W, Yap LF. *Angiostrongylus malaysiensis* from Tuaran, Sabah, with reference to the distribution of the parasite in Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1976;7(3):384-9.
99. Lim BL, Yap LF, Krishnasamy M. Studies of *Angiostrongylus malaysiensis* (Nematoda, Metastrongylidae) in peninsular Malaysia: natural infections in freshwater snails and rodents in ricefields and infectivity experiments. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1977;8(1):27-35.
100. Gibbons LM, Krishnasamy M. *Malayometastrongylus diardinematus* n. g., n. sp. (Metastrongyloidea: Angiostrongylidae) from *Rattus rattus diardii* in Malaysia and a redescription of *Thaistrongylus harinasutai* Ohbayashi, Kamiya & Bhaibulaya, 1979. Syst Parasitol. 1986;8(2):107-15.
101. Bhaibulaya M, Cross JH. *Angiostrongylus malaysiensis* (Nematoda: Metastrongylidae), a new species of rat lung-worm from Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1971;2(4):527-33.
102. Ohbayashi M, Mach Ida M, Kamiya H, Oku Y, Abe H, Klongkamnuankarn K. Incidence of *Angiostrongylus siamensis* in small mammals at Nakorn Nayok, Thailand. Jpn J Vet Res. 1983;31(1):49-50.
103. Ohbayashi M, Kamiya M, Bhaibulaya M. Studies on the parasite fauna of Thailand I. Two new metastrongylid nematodes, *Angiostrongylus siamensis* sp. n. and *Thaistrongylus harinasutai* gen. et sp. n. (Metastrongyloidea: Angiostrongylidae) from wild rats. Jpn J Vet Res. 1979;27(1-2):5-10.
104. Carney WP, Stafford EE. Angiostrongyliasis in Indonesia: a review. In: Cross JH, editor. Studies on angiostrongyliasis in eastern Asia and Australia. Taipei, Taiwan: U. S. Naval Medical Research Unit No. 2; 1979. p. 14-25.

105. Hinz E. *Angiostrongylus* infections of Norway rats in Bangkok, Thailand. *Mitteilungen, Osterr Gesellschaft fur Tropenmedizin und Parasitol.* 1986;8:83-8.
106. Veciana M, Chaisiri K, Phuphisut O, Morand S, Ribas A. New data on *Malayometastrongylus diardinematus* (Gibbons and Krishnasamy, 1986) (Metastrongyloidea: Angiostrongylidae) a lungworm occurring in *Rattus tanezumi* (Temminck, 1844) from South-East Asia. *Helminthologia.* 2014;51(4):331-6.
107. Hasegawa H, Syafruddin. *Cyclodontostomum purvisi* (syn. *Ancistronema coronatum*) (Nematoda: Strongyloidea: Chabertiidae) from rats of Kalimantan and Sulawesi, Indonesia. *J Parasitol.* 1994;80(4):657-60.
108. Balansingam E. Redescription of *Cyclodontostomum purvisi* Adams, 1933, a hookworm parasite of Malayan giant rats. *Can J Zool.* 1963;41:1237-9.
109. Bhaibulaya M, Indrangarm S. Man, an accidental host of *Cyclodontostomum purvisi* (Adams, 1933), and the occurrence in rats in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 1975;6(3):391-4.
110. Purwaningsih E, Purnomo. *Trachypharynx cibodasi* sp. n. (Strongyloidea: Cyathostomidae), a new strongylid from a rat, *Rattus tiomanicus* from Cibodas, West Java, Indonesia. *Treubia.* 1992;30(3):409-13.
111. Hasegawa H, Mangali A. Two new nematode species of *Bunomystrostrongylus* n. gen. (Trichostrongylina: Heligmonellidae) collected from *Bunomys* spp. (Rodentia: Muridae) of Sulawesi, Indonesia. *J Parasitol.* 1996;82(6):998-1004.
112. Ow-Yang CK, Durette-Desset MC, Ohbayashi M. Sur les nématodes parasites de rongeurs de Malaisie II. Les Trichostrongyloidea. *Ann Parasitol Hum Comparée.* 1983;58(5):467-92.
113. Hasegawa H, Syafruddin. *Hasanuddinina maxomyos* n. gen., n. sp. and *Heligmonoides musseri* n. sp. (Nematoda: Heligmonellidae) collected from endemic murines of Sulawesi, Indonesia. *J Parasitol.* 1994;80:781-8.
114. Hasegawa H, Miyata A, Syafruddin. Diversity of *Heligmonellidae* (Nematoda: Trichostrongylina) parasitic in murids on the Indonesian Islands East of Wallace's Line. *Parasitol Int.* 1998;47(suppl):292.
115. Hasegawa H, Syafruddin. *Maxomystrostrongylus yasumai* gen. and sp. n. (Nematoda: Trichostrongylina: Heligmonellidae) collected from murid rodents in Kalimantan, Indonesia. *J Helminthol Soc Wash.* 1997;64(2):263-8.
116. Hasegawa H, Tarore D. *Nippostrongylus sembeli*, new species (Nematoda: Heligmonellidae) collected from *Rattus xanthurus* of North Sulawesi, Indonesia. *Raffles Bull Zool.* 1995;43(2):337-42.
117. Hasegawa H, Syafruddin. *Odilia mallomyos* (Nematoda: Heligmonellidae) from *Malomys rothschildi weylandi* (Rodentia: Muridae) of Irian Jaya, Indonesia. *J Helminthol Soc Wash.* 1994;61(2):208-14.
118. Hasegawa H, Miyata A, Syafruddin. Six new nematodes of *Heligmonellidae* (Trichostrongylina) collected from endemic murines of Sulawesi, Indonesia. *J Parasitol.* 1999;85(3):513-24.
119. Ohbayashi M, Kamiya M. Studies on the parasite fauna of Thailand II. Three nematode species of the genus *Orientostrongylus* Durette-Desset, 1970. *Jpn J Vet Res.* 1980;28:7-11.
120. Brown RJ, Carney WP, Van Peenen PF, Cross JH, Saroso JS. Capillariasis in wild rats of Indonesia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 1975;6(2):219-22.
121. Lim BL, Fong YL, Krishnasamy M. *Capillaria hepatica* infection of wild rodents in Peninsular Malaysia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 1977;8(3):354-8.
122. Khamboonruang C. The present status of trichinellosis in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 1991;22(suppl):312-5.
123. Krishnasamy M, Singh KI, De Witt GF, Ambu S. The natural infection of wild animals in West Malaysia with nymphs of *Armillifer*

- moniliformis* (Diesing, 1835) Sambon, 1922. J malaysian Soc Heal. 1981;4:29-34.
124. Nguyen TL. The trematode of birds and mammals in South Vietnam. Tap Chi Sinh Hoc. 1991;
 125. Tubangui MA. Trematode parasites of Philippine vertebrates. II: Two echinostome flukes from rats. Philipp J Sci. 1931;44:273-83.
 126. Cross JH, Basaca-Sevilla V. Studies on *Echinostoma ilocanum* in the Philippines. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1986;17(1):23-7.
 127. Eduardo SL, Lee GQ. Some zoonotic trematodes from the philippine field rat, *Rattus mindanensis mindanensis* (Mearns, 1905) (Mammalia: Rodentia) in Bay, Laguna, Philippines with redescription and new records of species. Philipp J Vet Med. 2006;43(1):33-45.
 128. Lie KJ. Studies on *Echinostomatidae* in Malaya IV. The animal hosts of *Echinostoma malayanum* Leiper, 1911 (Trematoda). Zeitschrift für Parasitenkd. 1963;23:136-40.
 129. Betterton C, Lim BL. Digenetic trematodes from rats, squirrels and tree shrews in Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1975;6(3):343-58.
 130. Lee HF. Digenetic Trematodes of feral rats from Malaysia with descriptions of *Beaveria beaveri* and *B. microacetabulum* gen. n., spp. n., of a new subfamily *Beaveriinae* (Troglotremitidae). J Parasitol. 1965;51(1):24-9.
 131. Chaisiri K, Morand S, Ribas A. *Notocotylus loeiensis* n. sp. (Trematoda: Notocotylidae) from *Rattus losea* (Rodentia: Muridae) in Thailand. Parasite. 2011;18(1):35-8.
 132. Cabrera BD. Studies on *Paragonimus* and paragonimiasis in the Philippines. II. Prevalence of pulmonary paragonimiasis in wild rats, *Rattus norvegicus* in Jaro, Leyte, Philippines. Int J Zoonoses. 1977;4(2):49-55.
 133. Palmieri JR, Krishnasamy M, Sullivan JT. *Fibricola ramachandrani* (Betterton, 1976) Palmieri, Krishnasamy and Sullivan comb. nov. from Malaysian rodent hosts with a special note on intraspecific morphological variation. J Helminthol. 1979;53:161-7.
 134. Carney WP, Brown RJ, Van Peenen PF, Purnomo, Ibrahim B, Koesharjono CR. *Schistosoma incognitum* from Cikurai, West Java, Indonesia. Int J Parasitol. 1997;7(5):361-6.
 135. Bunnag T, Impand P, Imlarp S, Sornmani S. Sympatric occurrence of *Schistosoma incognitum* and *Schistosoma spindale* in rodents. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1980;11(1):144-5.
 136. Lockyer AE, Olson PD, Ostergaard P, Rollinson D, Johnston DA, Atwood SW, et al. The phylogeny of the Schistosomatidae based on three genes with emphasis on the interrelationships of *Schistosoma* Weinland, 1858. Parasitology. 2003;126:203-24.
 137. Cabrera BD. *Schistosoma japonica* in field rats in Leyte, Philippines. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1976;7(1):50-5.
 138. Dumag PU, Gajudo CE, Señá CY, Cardenas EC, Fementira EB. Epidemiology of animal schistosomiasis in the Philippines. Philipp J Vet Anim Sci. 1980;6:410-25.
 139. Mitchell GF, Garcia EG, Wood SM, Diasanta R, Almonte R, Calica E, et al. Studies on the sex ratio of worms in schistosome infections. Parasitology. 1990;101:27-34.
 140. Greer GJ, Ow-Yang CK, Yong HS. *Schistosoma malayensis* n. sp.: a *Schistosoma japonicum*-complex schistosome from Peninsular Malaysia. J Parasitol. 1988;74(3):471-80.
 141. Baidikul V, Upatham ES, Kruatrachue M, Viyanant V, Vichasri S, Lee P, et al. Study on *Schistosoma sinensium* in Fang district, Chiangmai province, Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1984;15(2):141-7.
 142. Greer GJ, Kitikoon V, Lohachit C. Morphology and life cycle of *Schistosoma sinensium* Pao, 1959, from Northwest Thailand. J Parasitol. 1989;75(1):98-101.
 143. Singh KI, Krishnasamy M, Ambu S. The large Bandicoot rat, *Bandicota indica*, a new host for *Schistosoma spindale*, Montgomery, 1906, in peninsular Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1992;23(3):537-8.

144. Singh KI, Krishnasamy M, Ambu S, Rasul R, Chong NL. Studies on animal schistosomes in peninsular Malaysia: record of naturally infected animals and additional hosts of *Schistosoma spindale*. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 1997;28(2):303-7.
145. Chaisiri K, Siribat P, Ribas A, Morand S. Potentially zoonotic helminthiases of murid rodents from the Indo-Chinese Peninsula: impact of habitat and the risk of human infection. Vector-Borne Zoonotic Dis. 2015;15(1):73-85.