เห็บและเชื้อโรคจากเห็บในประเทศไทย

อุโฆษ สุวรรณ[1,]*
[1]คณะเทคนิคการสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900 ประเทศไทย
**E-mail: aukodsuwan@hotmail.com*

บทคัดย่อ

เห็บเป็นปรสิตภายนอกปัจจุบันมีมากกว่า 900 สปีชีส์ จัดอยู่ใน class Arachnida, subclass Acari, order Parasitiformes และ suborder Ixodida ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 วงศ์ (family) ได้แก่ Ixodidae, Argasidae, และ Nuttalliellidae เห็บที่มีความสำคัญทางสัตวแพทย์อยู่ในวงศ์ Ixodidae หรือเห็บแข็งมีมากกว่า 700 สปีชีส์ ประกอบไปด้วยสกุล *Amblyomma*, *Ixodes*, *Dermacentor*, *Hyalomma* และ *Rhipicephalus* เป็นต้น เห็บจะดูดกินเลือดจากสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สัตว์ปีกและสัตว์เลื้อยคลาน โดยปกติคนเป็นเพียงเจ้าบ้านโดยบังเอิญ (incidental host) ของเห็บ แต่มีโอกาสติดโรคจากเห็บ (tick-borne infections, TBIs) ได้จากเห็บที่ได้รับเชื้อผ่านการดูดกินเลือดจากสัตว์เจ้าบ้านหลัก (definitive host) เช่น สัตว์เลี้ยงหรือปศุสัตว์ โดยในบางกรณีมีสัตว์ป่าเป็นเจ้าบ้านกักตุน (reservoir host) นอกจากนี้ยังพบว่าเห็บเป็นพาหะนำโรคในคน (tick-borne diseases) เป็นอันดับสองเป็นรองจากยุงเพียงเท่านั้น เนื่องจากเห็บเป็นพาหะของเชื้อหลายชนิด เช่น แบคทีเรีย โปรโตซัว ไวรัส พยาธิและเชื้อรา และก่อให้เกิดโรคทั้งในคนและสัตว์ เช่น babesiosis, tick-borne encephalitis, Rocky Mountain spotted fever, ehrlichiosis, anaplasmosis และ lyme disease การควบคุมประชากรเห็บทำได้โดยใช้สารเคมีกลุ่ม acaricides และ macrocyclic lactones แต่ผลกระทบจากการใช้สารเคมีดังกล่าวกำลังก่อให้เกิดปัญหาการตกค้างในสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากสัตว์และสิ่งแวดล้อม ทำให้ปัจจุบันวิธีการทางธรรมชาติได้รับความสนใจ อาทิ การใช้สารสกัดจากพืชและวัคซีน

คำสำคัญ : เห็บ, เชื้อจากเห็บ, *R. sanguineus*, *R. microplus*, *R. haemaphysaloides*

Ticks and tick pathogens in Thailand

Eukote suwan[1,*]

[1]*Veterinarytechnology, Kasetsart University, Bangkok, 10900, Thailand*

**E-mail: aukodsuwan@hotmail.com*

Abstract

Ticks are external parasites. Up to date, ticks have been identified more than 900 species of. They belong to class Arachnida, subclass Acari, order Parasitiformes and suborder Ixodida, which have three families including Ixodidae, Argasidae and Nuttalliellidae. Ixodidae family or hard ticks are part of veterinary importance that contain more than 700 species including various genera such as *Amblyomma*, *Ixodes*, *Dermacentor*, *Hyalomma* and *Rhipicephalus*. Ticks, blood-sucking arthropods, feed on vertebrate animals such as mammalians, birds and reptiles. Commonly, humans are incidental hosts of ticks. However, human get many transmissible diseases by ticks (tick-borne infections, TBIs) that carry those diseases via feeding on definitive hosts such as pets and livestock. In some diseases, wildlife act as reservoir hosts. Moreover, ticks are second only to mosquitos as vectors of human diseases (tick-borne diseases), in which ticks transmit a variety of pathogens such as bacteria, protozoa, virus, parasite and fungi causing diseases in both humans and animals. The important tick-borne diseases include babesiosis, tick-borne encephalitis, Rocky Mountain spotted fever, ehrlichiosis, anaplasmosis and lyme disease. The control of tick populations can be achieved by using acaricides and macrocyclic lactones, but the effects of using these chemicals causing residual problems in animals, animal products and the environment. Recently, natural approaches become more attention such as plant extracts and vaccines.

Keywords : Ticks, Tick-borne disease, *R. sanguineus*, *R. microplus*, *R. haemaphysaloides*

บทนำ

เชื้อโรคจากเห็บที่พบในประเทศไทย

เห็บเป็นปรสิตภายนอกที่ดูดกินเลือดจากสัตว์ นอกจากนี้เห็บยังเป็นพาหะของเชื้อหลายชนิด เช่น แบคทีเรีย โปรโตซัว ไวรัส พยาธิและเชื้อรา และก่อให้เกิดโรคทั้งในคนและสัตว์ เช่น Borrelioses, Babesiosis, Tick-borne encephalitis, Rocky Mountain spotted fever, Ehrlichiosis, Anaplasmosis และ Lyme disease บาดแผลจากเห็บกัดก่อให้เกิดอาการระคายเคืองและอักเสบ น้ำลายจากเห็บสามารถก่อให้เกิดการแพ้ (allergic responses) ภาวะเป็นพิษ (toxic reactions) และอัมพาต (fatal paralysis) สัตว์ที่ถูกเห็บกัดจะมีสภาพอ่อนแอ เลือดจางและผอมโซ ให้ผลผลิตต่ำซึ่งส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมปศุสัตว์ไปทั่วโลก (Jongejan, F. and G. Uilenberg, 2004; Baneth 2014; Boulanger, N. et al., 2019) ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากเห็บเนื่องจากภูมิอากาศส่วนใหญ่เป็นแบบร้อนชื้นซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ของเห็บ จึงได้มีรายงานการพบเชื้อจากเห็บทั้งในสัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยงหลากหลายชนิด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงรายงานการพบเชื้อจากเห็บในประเทศไทย

เชื้อ	เจ้าบ้าน	วิธีการตรวจ	เอกสารอ้างอิง
Hepatozoon canis	สุนัข	PCR	Criado-Fornelio, A. *et al.* (2007)
Ehrlichia canis และ *Anaplasma platys*	สุนัข	PCR	Pinyoowong, D. *et al.* (2008)
Babesia bovis และ *B. bigemina*	โค	ELISAs และ IFAT	Iseki, H. *et al.* (2010)
B. vogeli	แมว	Blood smear และ PCR	Simking, P. *et al.* (2010)
B. bovis และ *B. bigemina*	กระบือ	nested PCR, ELISA และ IFAT	Terkawi, M. A. *et al.* (2011)
B. bovis	โค	PCR	Simking, P. *et al.* (2013)
Rickettsia spp.	งู	PCR	Sumrandee, C. *et al.* (2014)
Hepatozoon spp. และ *Theileria* spp.	งูและหมูป่า	PCR	Sumrandee, C. *et al.* (2015)
Coxiella-like bacteria	สัตว์ป่า	PCR	Arthan, W. *et al.* (2015)
B. bovis	โค	PCR	Tattiyapong, M. *et al.* (2016)
Rickettsia spp., *Anaplasma* spp., *Coxiella* spp., และ *Francisella* bacteria	กวางและหมูป่า	PCR	Sumrandee, C. *et al.* (2016)
B. bigemina, *B. bovis* และ *T. orientalis*	โค	PCR	Jirapattharasate, C. *et al.* (2016)
Theileria sp., *Anaplasma* spp., *E. canis*, และ *Wolbachia* spp.	โค	PCR	Wongkamchai, S. *et al.* (2016)

Babesia spp., *E. canis*, *Hepatozoon* spp., *A. platys* และ *Mycoplasma* spp.	สุนัข	PCR	Liu, M. *et al.* (2016)
E. canis, *Mycoplasma* spp. และ *Anaplasma* spp.	สุนัข	nested-PCR	Kaewmongkol, G. *et al.* (2017)
B. bovis	โค	nested PCR	Rittipornlertrak, A. *et al.* (2017)
Anaplasma spp., *Theileria* spp., *Babesia* spp., *Ehrlichia* spp. และ *Wolbachia* spp.	สัตว์ป่า	PCR	Wattanamethanont, J. *et al.* (2018)
Rickettsia, *Coxiella* และ *Anaplasma bacteria*	สัตว์ป่า	PCR	Nooroong, P. *et al.* (2018)
E. canis	สุนัข	PCR	Nambooppha, B. *et al.* (2018)
Bartonella sp.	กวาง	Isolation	Pangjai, D. *et al.* (2018)

(ที่มา: อุโฆษ สุวรรณ, 2019)

เห็บที่สำคัญในประเทศไทย

เห็บที่มีความสำคัญทางสัตวแพทย์อยู่ในสกุล *Rhipicephalus* ซึ่งพบได้ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นหลัก มีวงจรชีวิตแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้ 1. ไข่ (egg) 2. ตัวอ่อน (larva) 3. ตัวกลางวัย (nymph) และ 4. ตัวเต็มวัย (adult) โดยมีรายงานการพบในระยะ larvae หรือ nymph ได้บ้างในสัตว์ปีกและสัตว์เลื้อยคลาน สปีชีส์ที่สำคัญ ได้แก่ *Rhipicephalus sanguineus* (brown dog tick), *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Asian blue tick) และ *Rhipicephalus haemaphysaloides* ซึ่งมีรายงานการพบในสัตว์หลายชนิด เช่น สุนัข แมว โค กระบือ แพะ หนู ลิงแสมรวมถึงคน เป็นต้น (Tanskul, P. et al., 1983)

ก ข

รูปที่ 1 เห็บสุนัข (*R. sanguineus*) ตัวผู้และตัวเมียตามลำดับ (ก) และเห็บโค (*R. microplus*) ตัวเมีย (ข)
(ที่มา อุโฆษ สุวรรณ, 2019)

1. *Rhipicephalus sanguineus*

เห็บสุนัขมีวงจรชีวิต 4 ระยะ โดยหลังจากไข่ฟักเป็นตัวอ่อนจะใช้เวลาดูดเลือดบนตัวสุนัขเป็นระยะเวลา 2-5 วัน จากนั้นจะทิ้งตัวและลอกคราบไปเป็นตัวกลางวัยและดูดเลือดต่อเป็นระยะเวลา 3-6 วัน จากนั้นจะทิ้งตัวหลุดออกจากสุนัขและลอกคราบพัฒนาไปเป็นตัวเต็มวัยโดยจะกลับขึ้นไปอยู่บนตัวสุนัขประมาณ 9 วันหรือมากกว่านั้น ซึ่งในระยะสุดท้ายเห็บตัวเมียจะดูดเลือดในปริมาณมากซึ่งอาจจะมากถึง 100 เท่าของน้ำหนักตัวของเห็บเพื่อนำเลือดไปใช้ผลิตไข่ ในหนึ่งปีเห็บสามารถออกไข่ได้มากกว่า 3 รอบ (4 รุ่น) นอกจากนี้ยังพบว่าเห็บชนิดนี้สามารถดำรงชีวิตและสืบพันธุ์ได้แม้จะอยู่ในสภาวะแห้งแล้งก็ตาม (ความชื้นสัมพัทธ์ 35-95% และอุณหภูมิ 20-35 องศาเซลเซียส) เห็บชนิดนี้เชื่อว่าแต่เดิมมีที่มาจากสุนัขจิ้งจอกหรือตัวมิ้งค์ แล้วมีการแพร่กระจายมาสู่สุนัขบ้านและแพร่มาสู่คนตามลำดับ โดยเห็บชนิดนี้มีการแพร่กระจายไปทั่วโลกมากที่สุดเมื่อเทียบกับเห็บชนิดอื่น เห็บชนิดนี้ก่อให้เกิดโรคในสุนัขส่งผลให้สุนัขเกิดภาวะเลือดจาง เป็นไข้ ปวดกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้ออ่อนแรง น้ำหนักลด บวมน้ำ เม็ดเลือดแดงแตกและดีซ่าน โดยโรคที่สำคัญ ได้แก่ babesiosis เกิดจากการติดเชื้อ *B. vogeli* และ *B. canis*, โรค ehrlichiosis จากเชื้อ *E. canis*, โรค Hepatozoonosis จากเชื้อ *H. canis* ส่วนในคนจะทำให้เกิดโรค Mediterranean spotted fever จากเชื้อ *R. conorii* และ โรค Rocky Mountain spotted fever จากเชื้อ *R. Rickettsii* เป็นต้น (Dantas-Torres, F. *et al.*, 2011; Gray, J. *et al.*, 2013; Jittapalapong, S. and W. Jansawan, 1993; Jittapalapong, S. *et al.*, 2006; Jittapalapong, S. and S. Tipsawake, 1991; Silveira, J. A. *et al.*, 2009)

2. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

แต่เดิมอยู่ในสกุล Boophilus แต่มีการจัดหมวดหมู่ใหม่ให้อยู่ในสกุล Rhipicephalus และสกุลรอง Boophilus เป็นเห็บโคที่มีการระบาดและมีความสำคัญส่งผลกระทบต่อปศุสัตว์ไปทั่วโลก แต่เดิมเชื่อว่ามีต้นกำเนิดมาจากเอเชียใต้ก่อนที่จะระบาดไปสู่แอฟริกา อเมริกาและออสเตรเลีย เห็บชนิดนี้พบได้ในประเทศไทยรวมถึงประเทศเพื่อนบ้าน เช่น มาเลเซีย กัมพูชา ลาว และอินโดนีเซีย เป็นต้น เห็บมีวงจรชีวิต 4 ระยะ แต่จะอาศัยอยู่บนเจ้าบ้านในระยะแรกคือระยะตัวอ่อนจนถึงระยะตัวเต็มวัยส่งผลให้เจ้าบ้านเกิดภาวะโลหิตจาง และผิวหนังอักเสบ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดโรค bovine babesiosis ในโคจากเชื้อโปรโตซัว *B. bovis* และ *B. bigemina* หรือก่อโรค equine piroplasmosis ในม้าจากเชื้อโปรโตซัว B. equi รวมถึงก่อโรคในมนุษย์ Human babesiosis จากเชื้อโปรโตซัว *B. microti* โรค Bovine anaplasmosis จากเชื้อ *A. marginale* และ spirochaetosis จากเชื้อ *Borrelia theileri* อีกด้วย (Nicholson, W. L. et al., 2019; Rovid, A., 2007)

3. *Rhipicephalus haemaphysaloides*

เป็นเห็บอีกชนิดหนึ่งที่พบในไทยแม้ไม่มากเท่า *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus* แต่สามารถเป็นพาหะนำโรคได้เช่นเดียวกัน ซึ่งมีรายงานพบว่าเป็นพาหะของโปรโตซัว Theileria ซึ่งก่อโรค theileriosis ในโคและ equine piroplasmosis ในม้าอีกด้วย (Ahantarig, A. *et al.*, 2008; Li, L. H. *et al.*, 2016; Tanskul, P. *et al.*, 1983)

แนวทางการป้องกันและควบคุมประชากรของเห็บ

การควบคุมประชากรเห็บจะนิยมใช้สารเคมีกลุ่ม acaricides และ macrocyclic lactones ซึ่งสามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น การจุ่ม เท พ่น สวมและฉีด ซึ่งแต่ละชนิดต่างมีข้อดีและข้อเสียดังนี้

1. *Organochlorines*

จำพวกอนุพันธ์ของ Chlorinated ethane เช่น DDT และ DDE ข้อดีคือออกฤทธิ์วงกว้างต่อแมลง แต่ข้อเสียคือมีความเป็นพิษและตกค้างในสิ่งแวดล้อมและผลิตภัณฑ์จากสัตว์ (Beugnet, F. and M. Franc, 2012)

2. *Organophospates*

นิยมใช้ในการควบคุมเห็บโค เช่น chlorfenvinphos และ coumaphos สามารถใช้กำจัดแมลงวันทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย, เหา, เห็บ, หมัดและไร แต่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (MacDonald, J. M., 1995)

3. *Synthetic pyrethroids*

ได้แก่ Permethrin และ deltamethrin สามารถเป็นได้ทั้งยาฆ่าแมลงและเห็บ ในขณะที่ cypermethrin, deltamethrin และ cyhalothrin สามารถยับยั้งเห็บได้มากถึง 98% ส่วน flumethrin นิยมใช้ในการควบคุมเห็บโคโดยการจุ่ม เทหรือสเปรย์ (George, J. E. et al., 2004)

4. *Amidines*

นิยมใช้ amitraz ในการควบคุมเห็บโคในรูปแบบของการจุ่ม เทหรือสเปรย์เพื่อควบคุมเห็บ, หมัดและเหา (Taylor, M. A., 2001)

5. *Phenylpyrazoles*

นิยมใช้ Fipronil เพื่อควบคุมเห็บและหมัดในโค, สุนัข และแมว (Rodriguez-Vivas, R. I. et al., 2018)

6. *Insect growth regulators (IGRs)*

เป็นสารเคมีที่ไม่ได้ฆ่าแมลงโดยตรงแต่รบกวนการพัฒนาในแต่ละระยะของแมลงและลดความสามารถในการแพร่พันธุ์ (George, J. E. et al., 2004;Taylor, M. A., 2001)

7. *Macrocyclic lactones*

ประกอบด้วยสารกลุ่ม Avermectin, Milbemycins และ Spinosyns นิยมใช้ทั้งฉีด เทและสเปรย์ ออกฤทธิ์วงกว้าง สามารถควบคุมได้ทั้งปรสิตภายนอกและภายใน (Aguilar-Tipacamu, G. and R. I. Rodriguez-Vivas, 2003;Davey, R. B. and J. E. George, 2002;Davey, R. B. et al., 2001)

บทสรุป

ถึงอย่างไรก็ตามผลกระทบจากการใช้สารเคมีข้างต้นก่อให้เกิดปัญหาการตกค้างในสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากสัตว์และสิ่งแวดล้อมรวมถึงปัญหาการดื้อยาในเห็บเนื่องจากพฤติกรรมการใช้สารเคมีชนิดเดิมซ้ำๆในพื้นที่ส่งผลให้เห็บมีวิวัฒนาการดื้อยา ทำให้ปัจจุบันวิธีการทางธรรมชาติได้รับความสนใจและถูกนำมาใช้ในการควบคุมประชากรเห็บเนื่องจากไม่ส่งผลกระทบต่อสัตว์ เกษตรกรผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม รวมถึงยังช่วยลดปัญหาการดื้อยาในเห็บ (Abbas, R. Z. *et al.*, 2014;Rodriguez-Vivas, R. I. *et al.*, 2018) วิธีการที่นิยมและมีการใช้อย่างแพร่หลายได้แก่ การใช้สารสกัดจากพืชที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสารเคมีกลุ่ม acaricides แต่มีประสิทธิภาพ ราคาถูกและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ออกจำหน่ายในเชิงการค้า เช่น MyggA® และ Care Plus® ที่มีส่วนผสมของ p-Menthane-3,8-diol (PMD) ซึ่งเป็นสารสกัดจาก lemon eucalyptus (Freitag, J. A. and S. A. Kells, 2013;Gardulf, A. *et al.*, 2004;Jaenson, T. G. T. *et al.*, 2006) และวัคซีนป้องกันเห็บโค ที่ได้จากการนำโปรตีน Bm86 จาก midgut ของเห็บ *R. microplus* มาใช้เป็น concealed antigen เพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกันของเจ้าบ้าน โดยมีการวางจำหน่ายในชื่อ TickGARD^{PLUS} ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศออสเตรเลีย (Willadsen, P. *et al.*, 1995;Willadsen, P. *et al.*, 1989) และ Gavac® ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากคิวบา มี (Canales, M. *et al.*, 1997;de la Fuente, J. *et al.*, 2007)

เอกสารอ้างอิง

Abbas, R.Z., M.A. Zaman, D.D. Colwell, J. Gilleard and Z. Iqbal. 2014. Acaricide Resistance in Cattle Ticks and Approaches to Its Management: The State of Play. Vet Parasitol. 203(1-2): 6-20.

Aguilar-Tipacamu, G. and R.I. Rodriguez-Vivas. 2003. Effect of Moxidectin against Natural Infestation of the Cattle Tick *Boophilus Microplus* (Acarina: Ixodidae) in the Mexican Tropics. Vet Parasitol. 111(2-3): 211-216.

Ahantarig, A., W. Trinachartvanit and J.R. Milne. 2008. Tick-Borne Pathogens and Diseases of Animals and Humans in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 39(6): 1015-1032.

Arthan, W., C. Sumrandee, S. Hirunkanokpun, S. Kitthawee, V. Baimai, W. Trinachartvanit and A. Ahantarig. 2015. Detection of Coxiella-Like Endosymbiont in Haemaphysalis Tick in Thailand. Ticks Tick Borne Dis. 6(1): 63-68.

Baneth, G. 2014. Tick-Borne Infections of Animals and Humans: A Common Ground. Int J Parasitol. 44(9): 591-596.

Beugnet, F. and M. Franc. 2012. Insecticide and Acaricide Molecules and/or Combinations to Prevent Pet Infestation by Ectoparasites. Trends Parasitol. 28(7): 267-279.

Boulanger, N., P. Boyer, E. Talagrand-Reboul and Y. Hansmann. 2019. Ticks and Tick-Borne Diseases. Med Mal Infect. 49(2): 87-97.

Canales, M., A. Enriquez, E. Ramos, D. Cabrera, H. Dandie, A. Soto, V. Falcon, M. Rodriguez and J. de la Fuente. 1997. Large-Scale Production in Pichia Pastoris of the Recombinant Vaccine Gavac against Cattle Tick. Vaccine. 15(4): 414-422.

Criado-Fornelio, A., C. Rey-Valeiron, A. Buling, J.C. Barba-Carretero, R. Jefferies and P. Irwin. 2007. New Advances in Molecular Epizootiology of Canine Hematic Protozoa from Venezuela, Thailand and Spain. Vet Parasitol. 144(3-4): 261-269.

Dantas-Torres, F., L.A. Figueredo and D. Otranto. 2011. Seasonal Variation in the Effect of Climate on the Biology of *Rhipicephalus Sanguineus* in Southern Europe. Parasitology. 138(4): 527-536.

Davey, R.B., J.E. George and D.E. Snyder. 2001. Efficacy of a Single Whole-Body Spray Treatment of Spinosad, against *Boophilus Microplus* (Acari: Ixodidae) on Cattle. Vet Parasitol. 99(1): 41-52.

Davey, R.B. and J.E. George. 2002. Efficacy of Macrocyclic Lactone Endectocides against *Boophilus Microplus* (Acari: Ixodidae) Infested Cattle Using Different Pour-on Application Treatment Regimes. J Med Entomol. 39(5): 763-769.

de la Fuente, J., C. Almazan, M. Canales, J.M. Perez de la Lastra, K.M. Kocan and P. Willadsen. 2007. A Ten-Year Review of Commercial Vaccine Performance for Control of Tick Infestations on Cattle. Anim Health Res Rev. 8(1): 23-28.

Freitag, J.A. and S.A. Kells. 2013. Efficacy and Application Considerations Ofselected Residual Acaricides against the Mold Mite Tyrophagus Putres-Centiae (Acari: Acaridae) in Simulated Retail Habitats. J. Econ. Entomol. 106: 1920–1926.

Gardulf, A., I. Wohlfart and R. Gustafson. 2004. A Prospective Cross-over Fieldtrial Shows Protection of Lemon Eucalyptus Extract against Tick Bites. J. Med. Entomol. 41: 1064–1067.

George, J.E., J.M. Pound and R.B. Davey. 2004. Chemical Control of Ticks on Cattle and the Resistance of These Parasites to Acaricides. Parasitology. 129: S353-366.

Gray, J., F. Dantas-Torres, A. Estrada-Pena and M. Levin. 2013. Systematics and Ecology of the Brown Dog Tick, *Rhipicephalus Sanguineus*. Ticks Tick Borne Dis. 4(3): 171-180.

Iseki, H., L. Zhou, C. Kim, T. Inpankaew, C. Sununta, N. Yokoyama, X. Xuan, S. Jittapalapong and I. Igarashi. 2010. Seroprevalence of *Babesia* Infections of Dairy Cows in Northern Thailand. Vet Parasitol. 170(3-4): 193-196.

Jaenson, T.G.T., S. Garboui and K. Palsson. 2006. Repellency of Oils of Lemoneucalyptus, Geranium, and Lavender and the Mosquito Repellentmygga Natural to Ixodes Ricinus (Acari: Ixodidae) in the Laboratoryand Field. J. Med. Entomol. 43: 731–736.

Jittapalapong, S. and S. Tipsawake. 1991. Survey of Blood Protozoa and Blood Parasites of Pet Dogs in Samut-Prakan Province. Kasetsart J (Nat Sci). 25(1): 75-82.

Jittapalapong, S. and W. Jansawan. 1993. Preliminary Survey on Blood Parasites of Cats in Bangkhen District Area. Kasetsart J (Nat Sci). 27: 330-335.

Jittapalapong, S., O. Rungphisutthipongse, S. Maruyama, J.J. Schaefer and R.W. Stich. 2006. Detection of Hepatozoon Canis in Stray Dogs and Cats in Bangkok, Thailand. Ann N Y Acad Sci. 1081: 479-488.

Jirapattharasate, C., P.F. Adjou Moumouni, S. Cao, A. Iguchi, M. Liu, G. Wang, M. Zhou, P. Vudriko, T. Changbunjong, S. Sungpradit, P. Ratanakorn, W. Moonarmart, P. Sedwisai, T. Weluwanarak, W. Wongsawang, H. Suzuki and X. Xuan. 2016. Molecular Epidemiology of Bovine *Babesia* Spp. And Theileria Orientalis Parasites in Beef Cattle from Northern and Northeastern Thailand. Parasitol Int. 65(1): 62-69.

Jongejan, F. and G. Uilenberg. 2004. The Global Importance of Ticks. Parasitology. 129: S3-14.

Kaewmongkol, G., N. Lukkana, S. Yangtara, S. Kaewmongkol, N. Thengchaisri, T. Sirinarumitr, S. Jittapalapong and S.G. Fenwick. 2017. Association of Ehrlichia Canis, Hemotropic *Mycoplasma* Spp. And Anaplasma Platys and Severe Anemia in Dogs in Thailand. Vet Microbiol. 201: 195-200.

Li, L.H., D. Zhu, C.C. Zhang, Y. Zhang and X.N. Zhou. 2016. Experimental Transmission of Babesia Microti by *Rhipicephalus Haemaphysaloides*. Parasit Vectors. 9: 231.

Liu, M., N. Ruttayaporn, V. Saechan, C. Jirapattharasate, P. Vudriko, P.F. Moumouni, S. Cao, T. Inpankaew, A.P. Ybanez, H. Suzuki and X. Xuan. 2016. Molecular Survey of Canine Vector-Borne Diseases in Stray Dogs in Thailand. Parasitol Int. 65(4): 357-361.

MacDonald, J.M. 1995. Flea Control, on Overview of Treatment Concepts for North America. Vet Dermatol. 6: 121-130.

Nambooppha, B., A. Rittipornlertrak, M. Tattiyapong, S. Tangtrongsup, S. Tiwananthagorn, Y.T. Chung and N. Sthitmatee. 2018. Two Different Genogroups of Ehrlichia Canis from Dogs in Thailand Using Immunodominant Protein Genes. Infect Genet Evol. 63: 116-125.

Nicholson, W.L., D.E. Sonenshine, B.H. Noden and R.N. Brown. 2019. Chapter 27 - Ticks (Ixodida), pp. 603-672. in G. R. Mullen and L. A. Durden, eds. Medical and Veterinary Entomology (Third Edition). Academic Press.

Nooroong, P., W. Trinachartvanit, V. Baimai and A. Ahantarig. 2018. Phylogenetic Studies of Bacteria (Rickettsia, Coxiella, and Anaplasma) in *Amblyomma* and *Dermacentor* Ticks in Thailand and Their Co-Infection. Ticks Tick Borne Dis. 9(4): 963-971.

Pangjai, D., S. Intachinda, S. Maruyama, S. Boonmar, H. Kabeya, S. Sato, W. Petkanchanapong, W. Wootta, P. Wangroongsarb, M. Boonyareth, W. Saisongkorh, P. Preedakoon, P. Mahaprom, C. Meesub and P. Sawanpanyalert. 2018. Isolation and Phylogenetic Analysis of *Bartonella* Species from Rusa Deer (*Rusa Timorensis*) in Thailand. Comp Immunol Microbiol Infect Dis. 56: 58-62.

Pinyoowong, D., S. Jittapalapong, F. Suksawat, R.W. Stich and A. Thamchaipenet. 2008. Molecular Characterization of Thai *Ehrlichia Canis* and *Anaplasma Platys* Strains Detected in Dogs. Infect Genet Evol. 8(4): 433-438.

Rittipornlertrak, A., B. Nambooppha, P. Simking, V. Punyapornwithaya, S. Tiwananthagorn, S. Jittapalapong, Y.T. Chung and N. Sthitmatee. 2017. Low Levels of Genetic Diversity Associated with Evidence of Negative Selection on the *Babesia Bovis* Apical Membrane Antigen 1 from Parasite Populations in Thailand. Infect Genet Evol. 54: 447-454.

Rodriguez-Vivas, R.I., N.N. Jonsson and C. Bhushan. 2018. Strategies for the Control of *Rhipicephalus Microplus* Ticks in a World of Conventional Acaricide and Macrocyclic Lactone Resistance. Parasitol Res. 117(1): 3-29.

Rovid, A. 2007. *Rhipicephalus (Boophilus) Microplus*. Available Source: http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php., June 11, 2019.

Silveira, J.A., L.M. Passos and M.F. Ribeiro. 2009. Population Dynamics of *Rhipicephalus Sanguineus* (Latrielle, 1806) in Belo Horizonte, Minas Gerais State, Brazil. Vet Parasitol. 161(3-4): 270-275.

Simking, P., S. Wongnakphet, R.W. Stich and S. Jittapalapong. 2010. Detection of *Babesia Vogeli* in Stray Cats of Metropolitan Bangkok, Thailand. Vet Parasitol. 173(1-2): 70-75.

Simking, P., S. Saengow, K. Bangphoomi, N. Sarataphan, S. Wongnarkpet, T. Inpankaew, S. Jittapalapong, T. Munkhjargal, T. Sivakumar, N. Yokoyama and I. Igarashi. 2013. The Molecular Prevalence and Msa-2b Gene-Based Genetic Diversity of *Babesia Bovis* in Dairy Cattle in Thailand. Vet Parasitol. 197(3-4): 642-648.

Sumrandee, C., V. Baimai, W. Trinachartvanit and A. Ahantarig. 2015. *Hepatozoon* and *Theileria* Species Detected in Ticks Collected from Mammals and Snakes in Thailand. Ticks Tick Borne Dis. 6(3): 309-315.

Sumrandee, C., V. Baimai, W. Trinachartvanit and A. Ahantarig. 2016. Molecular Detection of *Rickettsia*, *Anaplasma*, *Coxiella* and *Francisella* Bacteria in Ticks Collected from Artiodactyla in Thailand. Ticks Tick Borne Dis. 7(5): 678-689.

Sumrandee, C., S. Hirunkanokpun, K. Doornbos, S. Kitthawee, V. Baimai, L. Grubhoffer, W. Trinachartvanit and A. Ahantarig. 2014. Molecular Detection of *Rickettsia* Species in Amblyomma Ticks Collected from Snakes in Thailand. Ticks Tick Borne Dis. 5(6): 632-640.

Tanskul, P., H.E. Stark and I. Inlao. 1983. A Checklist of Ticks of Thailand (Acari: Metastigmata: Ixodoidea). J Med Entomol. 20(3): 330-341.

Tattiyapong, M., T. Sivakumar, H. Takemae, P. Simking, S. Jittapalapong, I. Igarashi and N. Yokoyama. 2016. Genetic Diversity and Antigenicity Variation of *Babesia Bovis* Merozoite Surface Antigen-1 (Msa-1) in Thailand. Infect Genet Evol. 41: 255-261.

Taylor, M.A. 2001. Recent Developments in Ectoparasiticides. Vet J. 161(3): 253-268.

Terkawi, M.A., N.X. Huyen, C. Shinuo, T. Inpankaew, K. Maklon, M. Aboulaila, A. Ueno, Y.K. Goo, N. Yokoyama, S. Jittapalapong, X. Xuan and I. Igarashi. 2011. Molecular and Serological Prevalence of *Babesia Bovis* and *Babesia Bigemina* in Water Buffaloes in the Northeast Region of Thailand. Vet Parasitol. 178(3-4): 201-207.

Wattanamethanont, J., M. Kaewthamasorn and S. Tiawsirisup. 2018. Natural Infection of Questing Ixodid Ticks with Protozoa and Bacteria in Chonburi Province, Thailand. Ticks Tick Borne Dis. 9(3): 749-758.

Willadsen, P., P. Bird, G.S. Cobon and J. Hungerford. 1995. Commercialisation of a Recombinant Vaccine against Boophilus Microplus. Parasitology. 110: S43-50.

Willadsen, P., G.A. Riding, R.V. McKenna, D.H. Kemp, R.L. Tellam, J.N. Nielsen, J. Lahnstein, G.S. Cobon and J.M. Gough. 1989. Immunologic Control of a Parasitic Arthropod. Identification of a Protective Antigen from Boophilus Microplus. J Immunol. 143(4): 1346-1351.

Wongkamchai, S., A. Perklord, S. Foongladda, P. Sarasombath, K. Taweechue, S. Loymek and H. Nochote. 2016. Molecular Identification of Tick-Borne Pathogens and Seasonal Pattern of Tick Load on Cattle in Thailand. New Biotechnology. 33: S1–S213.