



กระบือเป็นสัตว์ที่ทนทานต่อการติดเชื้อเอนไซม์สไปรา แคนินุ่มมากกว่าโคหรือไม่

จิตรบรรจง ทุมพงษ์^{1, #}

¹กลุ่มวิชาปรสิตวิทยา สาขาวิชาพรีคลินิก คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถ.เชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กทม. 10530

บทคัดย่อ: ในขณะที่ทั่วโลกมีรายงานการเกิดการแท้งในโคซึ่งมีสาเหตุเกิดจากเชื้อเอนไซม์สไปรา แคนินุ่ม เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่บทบาทการก่อโรคของเชื้อเอนไซม์สไปรา แคนินุ่ม ในกระบือ กลับยังไม่ชัดเจน เนื่องจากมีหลายรายงานที่พบว่าเมื่อเลี้ยงโคและกระบือในพื้นที่เดียวกันแล้ว กระบือมักมีความชุกต่อการติดเชื้อเอนไซม์สไปรา แคนินุ่มต่ำกว่าโค แต่ในทางตรงกันข้าม ความชุกของการติดเชื้อเอนไซม์สไปรา แคนินุ่มในกระบือทั่วโลกกลับสูงกว่าความชุกในโคมากหลายเท่า บทความปริทัศน์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการก่อโรคของเชื้อเอนไซม์สไปรา แคนินุ่ม ในกระบือ ทั้งในด้านความชุกและการติดต่อของโรค

คำสำคัญ: เชื้อเอนไซม์สไปรา แคนินุ่ม การแท้ง กระบือ โค ความชุก

[#]ผู้รับผิดชอบบทความ

สัตวแพทยมหาวิทยาลัย. 2563. 15(2): 231-243.

E-mail address: jitbanjo@yahoo.com

Is Buffalo more Resistant to *Neospora caninum* Infection than Cattle?

Jitbanjong Toompong^{1,#}

¹Aquatic Animal Clinic, Faculty of Veterinary Medicine, Mahanakorn University of Technology,
140 Cheum-samphan road, Nong chok, Bangkok 10530 Thailand

Abstract: Whereas the abortion rate caused by *Neospora caninum* infection in cattle was reported increasingly worldwide, the role of *N.caninum* infection in buffaloes was questioned. Many studies concluded that the buffaloes were more resistant to *N.caninum* infection since they had lower seroprevalence than the cattle reared together in the same area. On the contrary, the prevalence of *N.caninum* infection in buffaloes worldwide was many times higher than the prevalence in cattle. This review article provides concept knowledge of the disease caused by *N.caninum* in buffaloes, the prevalence and the disease transmission.

Keywords: *Neospora caninum*, Abortion, Buffalo, Cattle, Prevalence

#Corresponding author

J. Mahanakorn Vet. Med. 2020 15(2): 231-243.

E-mail address: jitbanjo@yahoo.com

บทนำ

นีโอสปอรา แคนินูม (*Neospora caninum*) เป็นเชื้อโปรโตซัวที่มีความสำคัญทางสัตวแพทย์เนื่องจากพบว่ามีรายงานการก่อโรคว่างขวางในโค ทั้งในโคนมและโคเนื้อทั่วโลก (Dubey et al., 2006) โดยเชื้ออาจทำให้โคแสดงอาการผิดปกติเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ได้หลายอย่าง เช่น การผสมติดยาก ความไม่สมบูรณ์เพศ การให้ผลผลิตน้ำนมลดลง และความผิดปกติที่ร้ายแรงที่สุดได้แก่ การตายของลูกในท้องแล้วเกิดการแท้งซึ่งเกิดขึ้นได้ในทุกช่วงอายุการตั้งท้องแต่จะพบได้มากในช่วงกลางของการตั้งท้อง หรือตัวอ่อนที่ตายในท้องอาจถูกร่างกายของแม่ดูดซึมไป หรือการตายคลอด และการเกิดเป็นมัมมี่ หรือในบางกรณีลูกโคอาจไม่ตายแต่คลอดออกมาเป็นลูกโคที่มีความผิดปกติตั้งแต่แรกเกิด เป็นต้น (Anderson et al. 2000, Dubey et al., 2007, Dubey

and Schares, 2011) แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินูม ในโคโดยมากมักส่งผลให้ลูกโคติดเชื้อตั้งแต่แรกเกิดแต่ไม่แสดงอาการผิดปกติใดๆ และลูกโคที่ติดเชื้อจะมีความเสี่ยงที่จะเกิดความผิดปกติเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ในภายหลัง (Schares et al., 1998)

นอกจากการติดเชื้อและก่อโรคในโคแล้ว เชื้อนีโอสปอรา แคนินูม ยังมีรายงานการก่อโรคในสัตว์อื่น เช่น แพะ แกะ ม้า กระบือ สุนัข เป็นต้น โดยอาการของโรคที่พบในสัตว์ชนิดอื่นมักเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์เช่นเดียวกับในโค ยกเว้นในสุนัขและสัตว์ตระกูลสุนัขซึ่งเป็นโฮสต์สุดท้ายในวงจรชีวิตของเชื้อ เชื้อจะสามารถเข้าไปสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศที่ผนังลำไส้ของสุนัขจนได้เชื้อระยะ oocyst ซึ่งจะถูกขับออกไปสู่สิ่งแวดล้อมพร้อมกับอุจจาระของสุนัขได้ อาการของการ

ติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในสุนัขมักเป็นความผิดปกติเกี่ยวกับระบบประสาท เช่น อัมพาตของขาหลัง ขาแข็ง เหยียดเกร็ง กลืนลำบาก กล้ามเนื้ออ่อนแรง เป็นต้น (Dubey, 2003)

การติดต่อของโรค

การติดต่อของเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในโคตามธรรมชาติสามารถเกิดขึ้นได้ 2 ทางคือ

1. การได้รับเชื้อตั้งแต่อยู่ในท้องแม่หรือการถ่ายทอดเชื้อจากแม่โคไปสู่ลูกโค (Transplacental transmission หรือ Vertical transmission) ซึ่งเป็นวิธีการติดต่อหรือแพร่กระจายหลักของโรค

2. การได้รับเชื้อภายหลัง (Post-natal transmission หรือ Horizontal transmission) อาจเกิดจากการกินเชื้อระยะ oocysts ที่ออกมาพร้อมกับอุจจาระของสุนัขที่ติดเชื้อแล้วปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมเข้าไป (Davison et al., 2001, Dijkstra et al., 2001)

ความชุกของโรคในโค

ความชุกของการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในโคแปรผันตั้งแต่ร้อยละ 0.5 – 40.3 (ดังแสดงในตารางที่ 1) โดยแปรผันไปตามแต่ละพื้นที่และวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ

ความชุกของโรคในกระบือ

ความชุกของการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในกระบือแปรผันตั้งแต่ร้อยละ 1.5 – 70.9 (ดังแสดงในตารางที่ 2) โดยแปรผันไปตามแต่ละพื้นที่และวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ เช่นเดียวกันกับในโค

โดยส่วนมากแล้วจะเห็นว่าความชุกต่อการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในกระบือในหลายพื้นที่จะค่อนข้างสูง Rezvan et al. (2019) ระบุว่า อัตราการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในกระบือซึ่งสูงมากกว่าอัตราการติดเชื้อในโฮสต์กึ่งกลางชนิดอื่น ๆ นั้นมีสาเหตุมาจากการที่กระบือมีความไวต่อเชื้อมากกว่าโฮสต์ชนิดอื่นๆอีก ทั้งวิธีการดำเนินชีวิตของมันที่ต่างจากโฮสต์อื่นมากด้วย

การติดต่อของเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในกระบือ

แม้ว่ามีหลักฐานยืนยันชัดเจนว่าวิธีการถ่ายทอดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ผ่านทางรกจากแม่โคสู่ลูกโคเป็นวิธีการหลักในการติดต่อของโรคในโค แต่สำหรับในกระบือยังไม่มีหลักฐานที่ยืนยันวิธีการติดต่อหลักของโรค อย่างไรก็ตาม มีหลายการทดลองที่แสดงให้เห็นว่า การถ่ายทอดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ผ่านทางรกจากแม่สู่ลูกสามารถเกิดขึ้นได้ในกระบือเช่นเดียวกับในโค (Rodrigues et al. 2005; Chrysafidis et al. 2011; Konrad et al. 2012; Auriemma et al. 2014; Chrysafidis et al. 2015)

นอกจากนั้นยังมีบางรายงานที่แสดงให้เห็นว่าความชุกของการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในกระบืออายุมากจะสูงกว่ากระบือที่อายุน้อยซึ่งคล้ายกับในโค ซึ่งเป็นเครื่องยืนยันได้ว่าการได้รับเชื้อระยะติดต่อจากสุนัขภายหลังคลอดก็เป็นวิธีการถ่ายทอดเชื้อที่สำคัญอีกวิธีหนึ่ง (Rodrigues et al. 2004; Nasir et al. 2011; Sengupta et al. 2013; Moore et al. 2014; Kengradomkij et al. 2015; Romero-Salas et al. 2017; Barburas et al. 2019) ดังนั้น ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปถึงวิธีการหลักของการถ่ายทอดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในกระบือว่าเป็นวิธีการเดียวกับในโคหรือไม่

ความชุกของโรคในโคและกระบือที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน

แม้ว่าจะมีหลายรายงานที่แสดงความชุกของการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในกระบือค่อนข้างสูง แต่ในทางตรงกันข้าม มีบางรายงานที่แสดงให้เห็นว่า เมื่อโคและกระบืออยู่ในพื้นที่เดียวกันและสภาพแวดล้อมเดียวกัน ความชุกของการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในกระบือกลับต่ำกว่าความชุกของการติดเชื้อในโค

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างความชุกของการติดเชื้อนิวโมสพอรา แคนินุ่มในโคจากพื้นที่ต่างๆ

ประเทศ	จำนวนโค ที่ทดสอบ	วิธีการ ทดสอบ	ความชุกต่อการติดเชื้อ นิวโมสพอรา แคนินุ่ม (%)	เอกสารอ้างอิง
เกาหลี	492	ELISA	23	Bae et al., 2000
เคนยา	398	ELISA	25.6	Okumu et al., 2019
แคนาดา	2,816	ELISA	18.5	Scott et al., 2006
ญี่ปุ่น	2,420	IFAT	5.7	Koiwai et al., 2006
นิวซีแลนด์	499	ELISA	2.8	Tennent-Brown et al., 2000
บราซิล	1,011	IFAT	11.2	Aguar et al., 2006
โปแลนด์	734	ELISA	20.1	Kowalczyk et al., 2016
เยอรมนี	4,261	IFAT	27	Schares et al., 1998
โรมาเนีย	901	ELISA	34.6	Gavrea et al., 2011
โรมาเนีย	258	ELISA	40.3	Mitrea et al., 2012
สเปน	1,121	ELISA	35.9	Quintanilla-Gozalo et al., 1999
สวีเดน	780	ELISA	2	Bjorkman et al., 2000
สหรัฐอเมริกา	1,029	IFAT	28	Dyer et al., 2000
สหรัฐอเมริกา	2,585	ELISA	24	Sanderson et al., 2000
สาธารณรัฐเช็ก	546	ELISA	0.5	Bartova et al., 2015
สาธารณรัฐ ประชาชนจีน	540	ELISA	13.3	Wang et al., 2010
สาธารณรัฐ ประชาชนจีน	370	ELISA	18.9	Xia et al., 2011
ออสเตรเลีย	943	ELISA	2.7	Nasir et al., 2012
ออสเตรเลีย	3,298	ELISA	5.9	Moloney et al., 2017
อิตาลี	387	ELISA	11.4	Otranto et al., 2003
อินโดนีเซีย	991	ELISA	16.6	Ichikawa-Seki et al., 2016

Nam et al. (2012) ได้เก็บตัวอย่างซีรัมของโคเนื้อ 78 ตัวและกระบือปลัก 532 ตัวที่ถูกเลี้ยงอยู่ในพื้นที่บริเวณเดียวกันจากทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมาตรวจหาความชุกต่อการติดเชื้อนิวโมสพอรา แคนินุ่ม ผลการศึกษาพบว่า โคเนื้อ 43.6% และกระบือปลัก 6.4% มีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อ เขาสรุปผลการศึกษาว่า กระบือปลักมีความต้านทานต่อการ

ติดเชื้อนิวโมสพอรา แคนินุ่มมากกว่าโคเนื้อ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Barbosa da Silva et al. 2017 ซึ่งได้เก็บตัวอย่างซีรัมของโค 500 ตัวและกระบือ 500 ตัวที่ถูกเลี้ยงอยู่ในพื้นที่บริเวณเดียวกันจากทางตอนเหนือของประเทศอิตาลีมาตรวจหาความชุกต่อการติดเชื้อนิวโมสพอรา แคนินุ่ม และเชื้อที่อกโซพลาสมา กอนโด พบว่าโค 55% และกระบือ 44% มีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อนี้

โอสปอรา แคนินุ่ม และโค 52% และกระบือ 39% มีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อที่ออกโซพลาสมา กอนโด เขาจึงสรุปผลการศึกษาว่า ภายใต้สภาวะแวดล้อมเดียวกัน โคจะมีความไวต่อการได้รับเชื้อและติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่มและที่ออกโซพลาสมา กอนโด มากกว่ากระบือ Huong et al. (1998) ได้ทำการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างซีรัมของโค 200 ตัวและกระบือ 200 ตัวที่ถูกเลี้ยงอยู่ในพื้นที่บริเวณเดียวกันจากทางตอนใต้ของประเทศเวียดนามมาตรวจหาความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ด้วยวิธี ELISA และ IFAT และความชุกต่อการติดเชื้อที่ออกโซพลาสมา กอนโด ด้วยวิธี Direct agglutination test พบว่า โค 5.5% และกระบือ 1.5% มีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม และโค 10.5% และกระบือ 3% มีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อที่ออกโซพลาสมา กอนโด เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Yu et al., 2007 ซึ่งได้เก็บตัวอย่างซีรัมของโคนม 262 ตัว โคน้ำ 10 ตัว และกระบือ 40 ตัวในประเทศจีนมาตรวจหาความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ด้วยวิธี ELISA และความชุกต่อการติดเชื้อที่ออกโซพลาสมา กอนโด ด้วยวิธี Indirect agglutination test พบว่า ความชุกต่อการติดเชื้อในโคเป็น 17.2% และ 2.3% ตามลำดับ ส่วนโคน้ำและกระบือทั้งหมดนั้นไม่พบว่ามีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อทั้ง 2 ชนิดเลย และ Sengupta et al. (2013) ได้ทำการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างซีรัมของโคนม 1,927 ตัวและกระบือ 341 ตัวจากทางตอนใต้ของประเทศอินเดีย มาตรวจหาความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ด้วยวิธี ELISA พบว่า โค 12.61% และกระบือ 9.97% มีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม

โดยรวมจะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ในโคและกระบือจากพื้นที่เดียวกัน ความชุกต่อการติดเชื้อในกระบือมักจะต่ำกว่าความชุกของโรคน้ำในโค แต่อย่างไรก็ตาม มีบางรายงานเช่นกันที่รายงานผลตรงกันข้าม เช่น การศึกษาของ

Meenakshi et al., 2007 ซึ่งเก็บตัวอย่างซีรัมของโคนม 427 ตัว และกระบือนม 32 ตัวในรัฐ Punjab ประเทศอินเดีย มาตรวจหาความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ด้วยวิธี ELISA พบว่า ความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ในโคและกระบือเป็น 8.2% และ 50% ตามลำดับ หรือการศึกษาของ Moore et al., 2014 ซึ่งได้เก็บตัวอย่างซีรัมของโคนม 880 ตัวและกระบือ 1,350 ตัวที่เลี้ยงอยู่ด้วยกันในพื้นที่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอาร์เจนตินา มาตรวจหาความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม พบว่า ความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ในโคและกระบือเป็น 28.6% และ 43.3% ตามลำดับ Neversauskas et al. (2015) ได้ทำการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างซีรัมของโค 192 ตัวและกระบือ 480 ตัวที่เลี้ยงอยู่ด้วยกันในออสเตรเลียมาตรวจหาความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ด้วยวิธี ELISA พบว่า ความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ในโคและกระบือเป็น 31.8% และ 88.3% ตามลำดับ และ Mahajan et al. (2019) ได้ทำการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างซีรัมของโค 133 ตัว กระบือ 51 ตัว จาก 28 ฟาร์มที่มีประวัติการแท้งในประเทศอินเดีย มาตรวจหาความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ด้วยวิธี ELISA พบว่า ความชุกต่อการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ในโคและกระบือเป็น 10.5% และ 21.6% ตามลำดับ

รายงานการเกิดโรคในกระบือและรายงานการพบเชื้อ

เนื่องจากรายงานการเกิดการแท้งในกระบือเนื่องจากการติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ตามธรรมชาติมีน้อยมาก จึงมีหลายรายงานได้ทำการทดลองในกระบือเพื่อศึกษาและยืนยันว่ากระบือสามารถติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ได้หรือไม่และเชื้อสามารถทำให้เกิดความผิดปกติหรือเกิดการแท้งได้หรือไม่ เช่น การทดลองของ Rodrigues et al., 2004 ซึ่งนำเนื้อสมองของกระบือ 6 ตัวที่ติดเชื้อโอสปอรา แคนินุ่ม ตามธรรมชาติ มาป้อน

ให้ลูกสุนัขจำนวน 7 ตัว หลังจากนั้นได้เก็บตัวอย่างอุจจาระของลูกสุนัขทั้ง 7 ตัวมาตรวจหาเชื้อระยะ oocyst ทุกวันเป็นเวลานาน 30 วันด้วยวิธี centrifuge floatation และเก็บตัวอย่างเลือดของสุนัขทุกสัปดาห์เพื่อนำมาตรวจหาแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ด้วย นอกจากนั้น ยังได้นำเนื้อสมองส่วนหนึ่งของกระป๋องมาบดแล้วนำไปเพาะเลี้ยงใน cell culture ผลการทดลองปรากฏว่า สุนัข 4 ใน 7 ตัวมีการขับเชื้อระยะ oocyst จำนวนมากปนออกมาในอุจจาระ และสมองของกระป๋อง 2 ตัวถูก isolated พบเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ได้ใน cell culture เขาจึงได้สรุปผลการทดลองนี้ว่า กระป๋องเป็นโฮสต์ตามธรรมชาติของเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม เนื่องจากสุนัขที่กินเนื้อสมองของกระป๋องที่ติดเชื้อแล้วสามารถผลิตเชื้อระยะ oocyst แล้วขับปนออกมาในอุจจาระได้เป็นปริมาณมาก ซึ่งช่วงเวลาที่สุนัขสามารถขับ oocyst ออกมาในอุจจาระได้จะอยู่ที่ประมาณ 6-19 วันหลังจากได้รับเชื้อเข้าไป (McAllister et al., 1998; Lindsay et al., 1999) การศึกษาของ Konrad et al., 2012 ได้ทดลองนำเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม สายพันธุ์ NC-1 จำนวน 10^8 tachyzoites ไปฉีดเข้าเส้นเลือดดำของกระป๋อง 3 ตัวที่กำลังตั้งท้อง 70 วัน และกระป๋อง 7 ตัวที่กำลังตั้งท้อง 90 วัน จากนั้นกระป๋องทั้งหมดถูกนำเข้าโรงฆ่าที่ 28 วันหรือ 42 วันหลังจากได้รับเชื้อ ของเหลวและเนื้อเยื่อของ fetuses ถูกเก็บไปตรวจหาเชื้อด้วยวิธี IFAT, Histopathology, Immunohistochemistry และ PCR ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า แม่กระป๋องทุกตัวมีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อตั้งแต่ 1 สัปดาห์หลังจากได้รับเชื้อ และไม่มีแม่กระป๋องตัวใดเลยที่เกิด abortion แต่มี fetus 1 ตัวที่ตายแล้วตั้งแต่วันที่ 1 ก่อนที่จะทำ necropsy นอกจากนั้น DNA ของเชื้อถูกพบในรกและเนื้อเยื่อของ fetuses ทั้ง 10 ตัว แต่แอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อถูกพบใน fetuses เพียงแค่ 2 ตัว เขาได้สรุปผลการทดลองครั้งนี้ว่า กระป๋องมีความไวต่อการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ที่ได้รับโดย

การฉีดเข้าไปในขณะที่กำลังตั้งท้องระยะต้นๆเหมือนกับโค เช่นเดียวกับการศึกษาของ Auriemma et al., 2014 ซึ่งได้เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อของ fetuses ของกระป๋องที่แท้งออกมาไปตรวจหา DNA ของเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม โดยแม่กระป๋องที่แท้งอยู่ในฝูงกระป๋อง 2 ฝูงจากทางตอนใต้ของอิตาลีและฝูงกระป๋องดังกล่าวมี seropositive ต่อเชื้อสูงถึง 47% และ 59% ผลการทดลองปรากฏว่าพบ DNA ของเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในหัวใจและสมองของ fetuses เขาได้สรุปผลการทดลองว่า เชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่มเป็นเชื้อที่มีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดการแท้งในกระป๋องได้เช่นเดียวกับในโค และการศึกษาของ Chrysafidis et al., 2015 ได้ทำการทดลองโดยฉีดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่มสายพันธุ์ NC-1 ให้กับกระป๋อง 3 ตัวที่กำลังตั้งท้อง ผลการทดลองพบว่ากระป๋องทั้งหมดเกิดการแท้งที่ 35 วันหลังจากได้รับเชื้อ เขาสรุปผลการทดลองครั้งนี้ว่า กระป๋องมีความไวตามธรรมชาติต่อเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม โดยเชื้อสามารถทำให้เกิดการแท้งได้

นอกจากนั้น มีหลายรายงานที่ได้ศึกษาว่า เชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ถ่ายทอดด้วยวิธีการใดในกระป๋อง เช่นการศึกษาของ Rodrigues et al., 2005 ซึ่งได้ทดลองนำเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม สายพันธุ์ Illinois จำนวน 5×10^6 tachyzoites ไปฉีดเข้าใต้ผิวหนังกระป๋อง 6 ตัวพบว่า กระป๋องทุกตัวจะมีระดับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อสูงตั้งแต่ 7-11 วันหลังจากได้รับเชื้อ และระดับแอนติบอดียังคงสูงไปอีกนานหลายสัปดาห์ จนค่อยๆลดลงและตรวจไม่พบในเดือนที่ 12 หลังจากได้รับเชื้อ นอกจากนั้น เขาได้เก็บตัวอย่างซีรัมของคู่กระป๋องแม่ลูก 29 คู่ที่แม่กระป๋องติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่มตามธรรมชาติ พบว่า ลูกกระป๋อง 23 ตัวจากทั้งหมด 29 ตัวจะมีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อตั้งแต่อายุ 1-2 วันแล้วจะค่อยๆลดระดับลง โดยเมื่ออายุ 1 ปีพบว่าลูกกระป๋อง 17 ตัวยังคงมีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้ออยู่ เขาได้สรุปผลการศึกษาของเขาว่า neonatal transmission เป็นวิธีการติดต่อที่สำคัญของเชื้อในลูกกระป๋อง การศึกษาของ

Chrysafidis et al., 2011 ได้รายงานการตรวจพบ DNA ของเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่มจากสมองของ fetus 1 ใน 9 ตัวจากแม่กระปือ 9 ตัวที่ตั้งท้องประมาณ 2-5 เดือนและถูกนำเข้าโรงฆ่า ซึ่งผลการทำ sequencing ก็ยืนยันว่าเป็นบวก เขาได้สรุปผลการศึกษานี้ว่า congenital transmission ของเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม เกิดขึ้นในกระปือได้ และการศึกษาของ Barburas et al., 2019 ซึ่งได้เก็บตัวอย่างซีรัมของกระปือ 197 ตัวอย่างมาตรวจหาความชุกของการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม และเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อกระบังลม หัวใจ ต่อม้ำเหลืองจากกระปือ 74 ตัวที่ถูกนำเข้าโรงฆ่าด้วยเพื่อนำไปตรวจหา DNA ของเชื้อ พบว่าความชุกต่อการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในกระปือทั้งหมดเป็น 68.5% โดยความชุกในกระปือโตจะสูงกว่าในกระปืออายุน้อย และความชุกในกระปือที่เลี้ยงแบบตามบ้านจะสูงกว่าในกระปือที่เลี้ยงเป็นฟาร์ม และพบ 6 ตัวอย่างเนื้อเยื่อที่ให้ผล PCR เป็นบวก ซึ่งบ่งชี้ว่าเชื้อมีการถ่ายทอดแบบ horizontal transmission

แม้ว่าจะมีหลายรายงานที่ยืนยันได้ว่า กระปือเป็นโฮสต์ตามธรรมชาติของเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม และเชื้อสามารถทำให้เกิดการแท้งในกระปือได้เช่นเดียวกับในโค แต่เนื่องจากรายงานการเกิดโรคและการเกิดการแท้งในกระปือทั่วโลกที่ต่ำกว่าในโคมาก อาจเกิดจากความแตกต่างของกลไกการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของกระปือและโคต่อการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม การศึกษาของ Canton et al., 2014 ซึ่งได้ศึกษาการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันในเนื้อเยื่อ placentome ของกระปือต่อการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่มสายพันธุ์ NC-1 ในขณะที่กำลังตั้งท้องระยะต้นๆ ผลการศึกษาพบว่าเซลล์ภูมิคุ้มกันที่พบใน placentome ของกระปือที่ติดเชื้อนั้นคล้ายคลึงกันมากกับเซลล์ภูมิคุ้มกันที่พบในโค แต่รอยโรคจะไม่รุนแรงเท่ากับในโค เขาจึงสรุปผลการศึกษานี้ว่า การที่ภูมิคุ้มกันของกระปือไม่ตอบสนองต่อการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม อย่างรุนแรงเท่ากับในโคนั้นอาจ

เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราการแท้งของกระปือที่ติดเชื้อต่ำกว่าในโคด้วย ซึ่งก็สอดคล้องกับข้อสันนิษฐานที่ว่าสาเหตุของการแท้งในแม่โคที่ติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่มเกิดจากกลไกการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของแม่โคเองต่อการติดเชื้อ (Wiengcharoen, 2010)

Ciucia et al. (2020) ได้ทำการศึกษาความชุกของการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ที่อกโซพลาสมา กอนได และเบสนอยเทีย เบสนอยไท ในกระปือ 124 ตัวจาก 9 ฟาร์มทางตอนใต้ของประเทศอิตาลี พบว่า กระปือ 25 ตัว (20.2%) 17 ตัว (13.7%) และ 19 ตัว (15.3%) มีแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ที่อกโซพลาสมา กอนได และเบสนอยเทีย เบสนอยไท ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่า ความชุกของการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่มมีความสัมพันธ์ทางสถิติกับการเกิดการแท้งและการเกิดรกค้างในกระปืออย่างมีนัยสำคัญ และเขาได้สรุปผลการศึกษานี้ว่า กระปือที่ติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม มักจะเป็น subclinical infection มากกว่าในโค

Riechel et al. (2015) ได้รายงานหา ความชุกของการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่มในกระปือทั่วโลกสูงมากถึงประมาณ 48% ในขณะที่ความชุกของการติดเชื้อในโคนมทั่วโลกอยู่ที่ 16.1% และในโคเนื้ออยู่ที่ 11.5% แต่รายงานการเกิดการแท้งที่เกิดจากการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ทั่วโลกกลับพบในโคมากกว่าในกระปือ ซึ่งสนับสนุนข้อสันนิษฐานว่ากระปือมีความต้านทานต่อการเกิดโรคมกกว่าโค

บทสรุป

แม้ว่าบทบาทและความสำคัญในการก่อโรคของเชื้อนีโอสปอรา แคนินุ่ม ในกระปือตามธรรมชาติยังไม่ชัดเจนว่าทำให้เกิดการแท้งหรือความผิดปกติอื่นๆ ของระบบสืบพันธุ์ได้เป็นอัตรามากน้อยเพียงใด เนื่องจากกระปือส่วนมากที่ติดเชื้อตามธรรมชาติมักจะไม่แสดงอาการ แต่นายสัตวแพทย์และเกษตรกรควรตระหนักถึง

ความสำคัญของโรคในกระบือเนื่องจากรายงานความชุกของการติดเชื้อนีโอสปอรา แคนินัม ในกระบือจากหลายพื้นที่ทั่วโลกสูงกว่าในโคมากหลายเท่า นอกจากนั้นยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันบทบาทการก่อโรคและความสูญเสียทางเศรษฐกิจในกระบือเพื่อหามาตรการในการควบคุมและป้องกันโรคต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Aguiar, D. M., G. T. Cavalcante, A. A. R. Rodrigues, M. B. Labruna, L. M. A. Camargo, E. P. Camargo, and S. M. Gennari. 2006. Prevalence of anti-*Neospora caninum* antibodies in cattle and dogs from Western Amazon, Brazil, in association with some possible risk factors. *Vet. Parasitol.* 142: 71-77.
- Anderson, M. L., A. G. Andrianarivo, and P. A. Conrad. 2000. Neosporosis in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 417-431.
- Auriemma, C., M. G. Lucibelli, G., Borriello, E. De Carlo, A., Martucciello, L., Schiavo, A., Gallo, F., Bove, F., Corrado, S. Girardi, M. G. Amoros, B. Degli Uberti, and G. Galiero, G. 2014. PCR detection of *Neospora caninum* in water buffalo foetal tissues. *Acta Parasitol.* 59(1): 1-4.
- Bae, J. S., D. Y. Kim, W. S. Hwang, J. H. Kim, N. S. Lee, and H. W. Nam. 2000. Detection of IgG antibody against *Neospora caninum* in cattle in Korea. *Korean J. Parasitol.* 38(4): 245-249.
- Barbosa da Silva, J., R. R. Nicolino, G. M. Fagundes, H. D. A. Bomjardim, A. D. S. B. Reis, D. H. da Silva Lima, C. M. C. Oliveira, J. D. Barbosa, and A. H. da Fonseca. 2017. Serological survey of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in cattle (*Bos indicus*) and water buffaloes (*Bubalus bubalis*) in ten provinces of Brazil. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 52: 30-35.
- Bărburaș, D., A. Györke, A. M. Ionică, R. Bărburaș, V. Mircean, and V. Cozma. 2019. Evidence of *Neospora caninum* infection in buffaloes (*Bubalus bubalis*) from Northwestern Romania. *Parasitol. Res.* 118(5): 1667-1671.
- Bártová, E., K. Sedlak, and M. Budíková. 2015. A study of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* antibody seroprevalence in healthy cattle in the Czech Republic. *Ann. Agric. Environ. Med.* 22(1): 32-34.
- Björkman, C., S. Alenius, U. Emanuelsson, and A. Uggla. 2000. *Neospora caninum* and bovine virus diarrhea virus infections in Swedish dairy cows in relation to abortion. *Vet. J.* 159: 201-206.
- Cantón, G. J., J. L. Konrad, D. P. Moore, S. G. Caspe, J. Palarea-Albaladejo, C. M. Campero, and F. Chianini. 2014. Characterization of immune cell infiltration in the placentome of water buffaloes (*Bubalus bubalis*) infected with *Neospora caninum* during pregnancy. *J. Comp. Pathol.* 150(4): 463-468.
- Chrysafidis, A. L., R. M. Soares, A. A. Rodrigues, N. A. Carvalho, and S. M. Gennari. 2011. Evidence of congenital transmission of

- Neospora caninum* in naturally infected water buffalo (*Bubalus bubalis*) fetus from Brazil. Parasitol. Res. 108(3): 741-743.
- Chryssafidis, A. L., G. Cantón, F. Chianini, E. A. Innes, E. H. Madureira, R. M. Soares, and S. M. Gennari. 2015. Abortion and foetal lesions induced by *Neospora caninum* in experimentally infected water buffalos (*Bubalus bubalis*). Parasitol. Res. 114(1): 193-199.
- Ciucă, L., G. Borriello, A. Bosco, L. D'Andrea, G. Cringoli, P. Ciaramella, M. P. Maurelli, D. Loria, L. Rinaldi, and J. Guccione. 2020. Seroprevalence and Clinical Outcomes of *Neospora caninum*, *Toxoplasma gondii* and *Besnoitia besnoiti* Infections in Water Buffaloes (*Bubalus bubalis*). Animals (Basel). 10(3): 532.
- Crudeli, G., C. M. Campero, D. P. Moore, D. Benitez, G. Draghi, D. Polich, J. Konrad, D. Cano, M. R. Leunda, M. Arzeno, and A. Odeon. 2007. High prevalence of *Neospora caninum* antibodies in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) in ranches of Corrientes, Chaco and Formosa provinces, Argentina. Italian J. Anim. Sci. 6(sup2): 945-947.
- da Silva, J.B., P. N. Dos Santos G. N. de Santana Castro, A. H. da Fonseca, and J. D. Barbosa J.D. 2014. Prevalence survey of selected bovine pathogens in water buffaloes in the north region of Brazil. J. Parasitol. Res. 2014: 603484.
- da Silva, J. B., R. R. Nicolino, G. M. Fagundes, H. Dos Anjos Bomjardim, A. Dos Santos Belo Reis, D. H. da Silva Lima, C. M. C. Oliveira, J. D. Barbosa, and A. H. da Fonseca. 2017. Serological survey of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in cattle (*Bos indicus*) and water buffaloes (*Bubalus bubalis*) in ten provinces of Brazil. Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis. 52: 30-35.
- Davison, H. C., C. S. Guy, J. W. McGarry, F. Guy, D. J. L. Williams, D. F. Kelly, and A. J. Trees. 2001. Experimental studies on the transmission of *Neospora caninum* between cattle. Res. Vet. Sci. 70: 163-168.
- Dijkstra, Th., H. W. Barkema, M. Eysker, and W. Wouda. 2001. Evidence of post-natal transmission of *Neospora caninum* in Dutch dairy herds. Int. J. Parasitol. 31: 209-215.
- Dubey, J. P. and G. Schares. 2011. Neosporosis in animals the last five years. Vet. Parasitol. 180(1-2): 90-108.
- Dubey, J. P., D. Buxton, and W. Wouda. Pathogenesis of bovine neosporosis. 2006. J. Comp. Path. 134: 267-289.
- Dubey, J. P., S. Romand, M. Hilali, O. C. H. Kwok, and P. Thulliez. 1998. Seroprevalence of antibodies to *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) from Egypt. Int. J. Parasitol. 28: 527-529.
- Dyer, R. M., M. C. Jenkins, O. C. H. Kwok, L. W. Douglas, and J. P. Dubey. 2000. Serologic survey of *Neospora caninum* infection in a closed dairy cattle herd in Maryland: risk of serologic reactivity by production groups. Vet. Parasitol. 90: 171-181.

- Dubey, J. P., G. Schares, and L. M. Ortega-Mora. 2007. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. Clin. Microbiol. Rev. 20: 323-367.
- Gavrea, R. R., A. Iovu, B. Losson, and V. Cozma. 2011. Seroprevalence of *Neospora caninum* in dairy cattle from north-west and centre of Romania. Parasite. 18(4): 349-351.
- Gennari, S. M., A. A. R. Rodrigues, R. B. Viana, and E. C. Cardoso. 2005. Occurrence of anti-*Neospora caninum* antibodies in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) from the northern region of Brazil. Vet. Parasitol. 134: 169-171.
- Guarino, A., G. Fusco, G. Savini, G. Di Francesco, and G. Cringoli. 2000. Neosporosis in water buffalo (*Bubalus bubalis*) in southern Italy. Vet. Parasitol. 91: 15-21.
- Hajikolaie, M. R. H., S. Goraninejad, H. Hamidinejati, M. Ghorbanpour, and R. Paryab. 2007. Occurrence of *Neospora caninum* antibodies in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) from the South-western region of Iran. Bull. Vet. Inst. Pulawy, 51: 233-235.
- Huong, L. T., B. L. Ljungström, A. Uggla, and C. Björkman. 1998. Prevalence of antibodies to *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in cattle and water buffaloes in southern Vietnam. Vet. Parasitol. 75(1): 53-57.
- Ichikawa-Seki, M., A. Guswanto, P. Allamanda, E. S. Mariamah, P. E. Wibowo, and Y. Nishikawa. 2016. Seroprevalence of antibody to NcSAG1 antigen of *Neospora caninum* in cattle from Western Java, Indonesia. J. Vet. Med. Sci. 78(1): 121-123.
- Kengradomkij, C., T. Inpankaew, K. Kamyinkird, K. Wongpanit, S. Wongnakphet, T. J. Mitchell, X. Xuan, I. Igarashi, S. Jittapalapong, and R. W. Stich. 2015. Seroprevalence and risk factors associated with exposure of water buffalo (*Bubalus bubalis*) to *Neospora caninum* in northeast Thailand Vet. Parasitol. 207(1-2): 156-160.
- Koiwai, M., T. Hamaoka, M. Haritani, S. Shimizu, Y. Zeniya, M. Eto, R. Yokoyama, T. Tsutsui, K. Kimura, and I. Yamane. 2006. Nationwide seroprevalence of *Neospora caninum* among dairy cattle in Japan. Vet. Parasitol. 135(2): 175-179.
- Konrad, J. L., D. P. Moore, G. Crudeli, S. G. Caspe, D. B. Cano, M. R. Leunda, L. Lischinsky, J. Regidor-Cerrillo, A. C. Odeón, L. M. Ortega-Mora, I. Echaide, I. and Campero, C.M. 2012. Experimental inoculation of *Neospora caninum* in pregnant water buffalo. Vet. Parasitol. 187(1-2): 72-78.
- Konrad, J. L., L. M. Campero, G. S. Caspe, B. Brihuega, G. Draghi, D. P. Moore, G. A. Crudeli, M. C. Venturini, and C. M. Campero. 2013. Detection of antibodies against *Brucella abortus*, *Leptospira* spp., and *Apicomplexa* protozoa in water buffaloes in the Northeast of Argentina. Trop. Anim. Health. Prod. 45(8): 1751-1756.

- Kowalczyk, S. J., M. Czopowicz, C. N. Weber, E. Müller, L. Witkowski, and J. Kaba. 2016. Herd-level seroprevalence of *Neospora caninum* infection in dairy cattle in central and northeastern Poland. *Acta Parasitol.* 61(1): 63-65.
- Lindsay, D. S., S. J. Upton, and J. P. Dubey 1999. A structural study of the *Neospora caninum* oocyst. *Int. J. Parasitol.* 29(10): 1521-1523.
- Mahajan, V., H. S. Banga, and G. Filia. 2019. Patho-epidemiological and risk factor studies for detection of *Neospora*-associated abortion in cattle and buffaloes in Punjab, India. *Rev. Sci. Tech.* 38(3): 801-808.
- McAllister, M. M., J. P. Dubey, D. S. Lindsay, W. R. Jolley, R. A. Wills, and A. M. McGuire. 1998. Dogs are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int. J. Parasitol.* 28(9): 1473-1478.
- Meenakshi, K. S. Sandhu, M. S. Ball, H. Kumar, S. Sharma, P. K. Sidhu, C. Sreekumar, and J. P. Dubey. 2007. Seroprevalence of *Neospora caninum* antibodies in cattle and water buffaloes in India. *J. Parasitol.* 93(6): 1374-1377.
- Mitreă, I. L., V. Enăchescu, R. Radulescu, and M. Ionita. 2012. Seroprevalence of *Neospora caninum* infection on dairy cattle in farms from southern Romania. *J. Parasitol.* 98(1): 69-72.
- Moloney, B. J., P. D. Kirkland, and C. Heuer. 2017. *Neospora caninum* in beef herds in New South Wales, Australia. 1: seroprevalence study. *Aust. Vet. J.* 95(3): 72-79.
- Moore, D. P., J. L. Konrad, S. San Martino, M. P. Reichel, D. B. Cano, S. Ménde, E. J. Späth, A. C. Odeón, G. Crudeli, and C. M. Campero. 2014. *Neospora caninum* serostatus is affected by age and species variables in cohabiting water buffaloes and beef cattle. *Vet. Parasitol.* 203(3-4): 259-263.
- Nam, N. H., A. Chanlun, K. Kanistanon, and S. Aiumlamai. 2012. Seroprevalence of *Neospora caninum* in Swamp Buffaloes and Beef Cattle in the Northeast of Thailand. *Thai J. Vet. Med.* 42(2): 213-218.
- Nasir, A., M. Ashraf, M. S. Khan, T. Yaqub, A. Javeed, M. Avais, and F. Akhtar. 2011. Seroprevalence of *Neospora caninum* in dairy buffaloes in Lahore District, Pakistan. *J. Parasitol.* 97(3): 541-543.
- Nasir, A., S. R. Lanyon, G. Schares, M. L. Anderson, and M. P. Reichel. 2012. Sero-prevalence of *Neospora caninum* and *Besnoitia besnoiti* in South Australian beef and dairy cattle. *Vet. Parasitol.* 186(3-4): 480-485.
- Neverauskas, C. E., A. Nasir, and M. P. Reichel. 2015. Prevalence and distribution of *Neospora caninum* in water buffalo (*Bubalus bubalis*) and cattle in the Northern Territory of Australia. *Parasitol. Int.* 64(5): 392-396.
- Okumu, T. A., N. M. John, J. K. Wabacha, V. Tsuma, and J. VanLeeuwen. 2019. Seroprevalence of antibodies for bovine viral diarrhoea virus, *Brucella abortus* and *Neospora caninum*, and their roles in the incidence

- of abortion/foetal loss in dairy cattle herds in Nakuru District, Kenya BMC Vet. Res. 15(1): 95.
- Otranto, D., A. Llazari, G. Testini, D. Traversa, A. F. di Regalbono, M. Badan, and G. Capelli. 2003. Seroprevalence and associated risk factors of neosporosis in beef and dairy cattle in Italy. Vet. Parasitol. 118: 7-18.
- Quintanilla-Gozalo, A., J. Pereira-Bueno, E. Tabarés, E. A. Innes, R. González-Paniello, and L. M. Ortega-Mora. 1999. Seroprevalence of *Neospora caninum* infection in dairy and beef cattle in Spain. Int. J. Parasitol. 29(8): 1201-1208.
- Reichel, M. P., M. M. McAllister, A. Nasir, and D. P. Moore. 2015. A review of *Neospora caninum* in water buffalo (*Bubalus bubalis*). Vet. Parasitol. 212(3-4): 75-79.
- Rezvan, H., A. Khaki, M. Namavari, and R. Abedizadeh. 2019. An investigation of the concurrency of anti-Neospora antibody and parasitemia in water buffalo (*Bubalus bubalis*) in northwest of Iran. Vet. Res. Forum. 10(1): 79-84.
- Rodrigues, A. A., S. M. Gennari, D. M. Aguiar, C. Sreekumar, D. E. Hill, K. B. Miska, M. C. Vianna, and J. P. Dubey. 2004. Shedding of *Neospora caninum* oocysts by dogs fed tissues from naturally infected water buffaloes (*Bubalus bubalis*) from Brazil. Vet. Parasitol. 124(3-4): 139-150.
- Rodrigues, A. A., S. M. Gennari, V. S. Paula, D. M. Aguiar, T. U. Fujii, W. Starke-Buzeti, R. Z. Machado, and J. P. Dubey. 2005. Serological responses to *Neospora caninum* in experimentally and naturally infected water buffaloes (*Bubalus bubalis*). Vet. Parasitol. 129(1-2): 21-24.
- Romero-Salas, D., C. Alvarado-Esquivel, G. Domínguez-Aguilar, A. Cruz-Romero, N. Ibarra-Priego, C. Barrientos-Salcedo, M. Aguilar-Domínguez, R. Canseco-Sedano, L. T. Espin-Iturbe, L. F. Sánchez-Anguiano, J. Hernández-Tinoco, and A. A. P. de León. 2017. Seroepidemiology of Infection with *Neospora caninum*, *Leptospira*, and *Bovine Herpesvirus* Type 1 in Water Buffaloes (*Bubalus bubalis*) in Veracruz, Mexico. Eur. J. Microbiol. Immunol. (Bp). 7(4): 278-283.
- Sanderson, M. W., J. M. Gay, and T. V. Baszler. 2000. *Neospora caninum* seroprevalence and associated risk factors in beef cattle in the northwestern United States. Vet. Parasitol. 90(1-2): 15-24.
- Schares, G., M. Peters, R. Wurm, A. Barwald, and F. J. Conraths. 1998. The efficiency of vertical transmission of *Neospora caninum* in dairy cattle analysed by serological techniques. Vet. Parasitol. 80: 87-98.
- Scott, H. M., O. Sorensen, J. T. Wu, E. Y. Chow, K. Manninen, and J. A. VanLeeuwen. 2006. Seroprevalence of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis, *Neospora caninum*, bovine leukemia virus, and bovine viral diarrhea virus infection among dairy cattle and herds in Alberta and

- agroecological risk factors associated with seropositivity. *Can. Vet. J.* 47: 981-991.
- Sengupta, P. P., M. Balumahendiran, A. G. Raghavendra, T. G. Honnappa, M. R. Gajendragad, and K. Prabhudas. 2013. Prevalence of *Neospora caninum* antibodies in dairy cattle and water buffaloes and associated abortions in the plateau of Southern Peninsular India. *Trop. Anim. Health Prod.* 45(1): 205-210.
- Tennent-Brown, B. S., W. E. Pomroy, M. P. Reichel, P. L. Gray, T. S. Marshall, P. A. Moffat, M. Rogers, V. A. Driscoll, O. F. Reeve, A. L. Ridler, and S. Ritaven. 2000. Prevalence of *Neospora* antibodies in beef cattle in New Zealand. *N. Z. Vet. J.* 48(5): 149-150.
- Wang, C., Y. Wang, X. Zou, Y. Zhai, J. Gao, M. Hou, and X. Zhu. 2010. Seroprevalence of *Neospora caninum* infection in dairy cattle in northeastern China. *J. Parasitol.* 96(2): 451-452.
- Wiengcharoen, J. 2010. Neosporosis: Why does abortion occur? *KKU Vet.J.* 20(2): 218-225.
- Xia, H., D. Zhou, K. Jia, X. Zeng, D. Zhang, L. She, R. Lin, Z. Yuan, S. Li, and Z. Zhu. 2011. Seroprevalence of *Neospora caninum* infection in dairy cattle of Southern China. *J. Parasitol.* 97(1): 172-173.
- Yu, J., Z. Xia, Q. Liu, J. Liu, J. Ding, and W. Zhang. 2007. Seroepidemiology of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in cattle and water buffaloes (*Bubalus bubalis*) in the People's Republic of China. *Vet. Parasitol.* 143(1): 79-85.

