

# การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของผู้ค้าโค-กระบือ ต่อการผลิตเนื้อสัตว์ปลอดภัย ในพื้นที่จังหวัดตากระหว่างปี พ.ศ.2556-2557

จรัส เข่งวา<sup>1</sup> ปภาสพงษ์ จงขานสิทธิ์<sup>2</sup> อนุวัฒน์ วิรัชสุตาทกุล<sup>3</sup> ปุณญาพัฒน์ เศษวิสัย<sup>4</sup>

## บทคัดย่อ

สุขภาพสัตว์นับเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตอาหารที่ปลอดภัยสำหรับมนุษย์ ตัวอย่าง เช่นโรคปากและเท้าเปื่อย โรคหวัดโรค และโรคแท้งติดต่อในโค ทำให้เนื้อสัตว์นั้นไม่เหมาะสมต่อการบริโภคไม่เพียงเท่านั้นความก้าวหน้าทางการคมนาคมในปัจจุบันทำให้มีการเคลื่อนย้ายสัตว์เศรษฐกิจข้ามพื้นที่ทั้งในและระหว่างประเทศได้โดยง่าย และอาจนำมาซึ่งความเสี่ยงในการแพร่กระจายของโรคและความเสี่ยงต่อการผลิตเนื้อสัตว์ปลอดภัยต่อผู้บริโภคการศึกษาแบบ Cross-sectional study เพื่อวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมผู้ค้าโค-กระบือในตลาดนัดโค-กระบือจำนวน 3 แห่งในพื้นที่จังหวัดตาก และประเมินความเสี่ยงในการแพร่กระจายโรคระบาดในโคกระบือที่อยู่ในเครือข่ายดังกล่าว โดยการสัมภาษณ์ผู้ค้าโค-กระบือด้วยแบบสัมภาษณ์และนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือเครือข่ายทางสังคมแบบ weighted directed one mode network และนำพิกัดของแหล่งซื้อและขายสัตว์มาวิเคราะห์ระยะทางและสภาพทางภูมิศาสตร์ที่มีผลต่อการค้าโคกระบือพบว่าผู้ค้าโค-กระบือจำนวน 210 ราย ระบุถึงแหล่งต้นทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบือเข้าสู่ตลาดนัดและแหล่งปลายทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบือออกจากตลาดนัดจำนวน 115 แหล่งและมีกิจกรรมการค้าขายเกิดขึ้น 168 กิจกรรม ค่าgeneralized weighed in-degree centralities ,generalized weighed out-degree centralities และ  $k$ -core ที่สูงที่สุดพบในตลาดเดียวกันมีค่าเท่ากับ 53.4 106.7 และ 4 ตามลำดับพบว่าระยะทางที่ไกลที่สุดที่มีการเคลื่อนย้ายจากตลาดนัดไปยังปลายทางการเคลื่อนย้ายเท่ากับ 774.4 กิโลเมตรจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณพบว่าระยะทางเฉลี่ยในการเคลื่อนย้ายโค-กระบือออกจากตลาดนัดโค-กระบือไปยังปลายทางไกลกว่าระยะทางจากต้นทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบือเข้าสู่ตลาดนัด ประกอบกับพบความเชื่อมโยงในเครือข่ายที่สูงระหว่างต้นทางและปลายทางการเคลื่อนย้ายสัตว์ จึงทำให้มีความเสี่ยงสูงที่อาจนำไปสู่การระบาดของโรคระบาดโค-กระบือได้

## คำสำคัญ:การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม ผู้ค้าโค กระบือ ตาก

ทะเบียนวิชาการเลขที่: 58(2)-0316(6)-027

<sup>1</sup>สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดตาก 72 ถ.มหาดไทยบำรุง ต.ระแหง อ.เมือง จ.ตาก

<sup>2</sup>สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดแม่ฮ่องสอน ถ.ขุนลุมประพาส ต.จองคำ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน 58000

<sup>3</sup>ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกและการสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถ.พุทธมนทลสาย 4 ต.ศาลายา อ.พุทธมนทล จ.นครปฐม 73170

<sup>4</sup>ศูนย์เฝ้าระวังและติดตามโรคจากสัตว์ป่า สัตว์ต่างถิ่นและสัตว์อพยพ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถ.พุทธมนทลสาย 4 ต.ศาลายา อ.พุทธมนทล จ.นครปฐม 73170

# Social Network Analysis of cattle traders to produce for meat safety in Tak, Thailand, during 2013-2014

*Chamratkhengwa<sup>A</sup>, PapaspongJongchansittoe<sup>B</sup>, AnuwatWiratsudaku<sup>C</sup> PoonyapatSedwisai<sup>D</sup>*

## Abstract

There is no doubt that animal health has implication on food supply and safety. An example would be a present of Foot and mouth disease, Tuberculosis and Brucellosis disease in cattle. Recently the transportation system is well developed in most country with increase livestock transportation locally and cross- broader. This could increase risk of disease spread and impacts to safety fresh meat production

Cattle in Thailand are traded by cattle dealers in the cattle markets through informal negotiation process. The present study aimed to explore a traditional cattle trade network and its potential in the spread of infectious diseases. A cross-sectional questionnaire-based survey was conducted in cattle markets located in a province of Northern Thailand. A static weighted directed one-mode network was constructed and geographic locations of sources and destinations of animals were plotted. A total of 210 cattle dealers responded to the questionnaires. The cattle trade network contained 115 sources and destinations of animals and 168 trading activities. The highest generalized weighed in- and out-degree centralities and *k-core* were observed in the same cattle market at 53.4, 106.7 and 4, respectively. Spatially, cattle dealers could transport animals as far as 774.4 km from the original markets and natural barriers such as mountainous areas trended to dictate the trading routes, premises of animals and magnitude of trading activities. Traditional cattle trading patterns described in this study pose some important challenges to veterinary authorities in tailoring effective prevention and control measures for confronting infectious diseases. This study quantitatively analyzed the traffics within a network of cattle trade and found a wide range of spatial movements and a high connectivity of markets to sources and destinations of animals which may accommodate the spread of infectious diseases within the network.

**Key words:** socialnetwork analysis, traderscattle, buffaloes, Tak

---

Registered no: 58(2)-0316(6)-027

<sup>A</sup>Tak Provincial Livestock Office, Mahathaibumrung road, Rahang, Maung, Tak,

<sup>B</sup>Mae Hong Son Provincial Livestock Office, Khunlumrapas road, Jongkam, Maung, Mae Hong Son, Thailand

<sup>C</sup>Department of Clinical Sciences and Public Health, Faculty of Veterinary Science, Mahidol University, Phutthamonthon 4 road, Salaya, Phutthamonthon, NakhonPathom, Thailand

<sup>D</sup>The Monitoring and Surveillance Center for Zoonotic Diseases in Wildlife and Exotic Animals, Faculty of Veterinary Science, Mahidol University, Phutthamonthon 4 road, Salaya, Phutthamonthon, NakhonPathom, Thailand

## บทนำ

โคเนื้อเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของไทย นับตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันซึ่งในอดีตการเลี้ยงโค-กระบือเป็นการเลี้ยงเพื่อใช้แรงงาน แต่ในปัจจุบันเปลี่ยนมาเป็นการเลี้ยงเพื่อบริโภค จำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นทำให้การบริโภคเนื้อโคเพิ่มมากขึ้น จังหวัดตากได้จัดทำยุทธศาสตร์รายชนิดสัตว์ชนิดโคเนื้อและได้รับโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อและการจัดตั้งศูนย์แปรรูปและรับรองคุณภาพเนื้อโคครบวงจรจากงบประมาณกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง จังหวัดตากมีภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงโคจึงมีการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ต่างๆกันเป็นจำนวนมาก มีการเลี้ยงแบบตามธรรมชาติและบางส่วนเลี้ยงโคพันธุ์ดีซึ่งเป็นโคขุนที่มีคุณภาพสูงโดยมีการเลี้ยงตามฟาร์มเอกชนและทั่วไป นอกจากนั้นในแต่ละปีจะมีการนำเข้าโคจากประเทศพม่า อินเดีย ปากีสถานและประเทศอื่นจำนวนมาก โดยผ่านจังหวัดตากเพื่อส่งขายต่อทั้งตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ จังหวัดตากจึงเป็นแหล่งผลิตโคเนื้อที่สำคัญจึงเป็นแหล่งผลิตหรือต้นน้ำในระบบห่วงโซ่การผลิตเนื้อโค ประชากรในจังหวัดตากมีประชากรที่เป็นอิสลามจำนวนมากที่นิยมบริโภคเนื้อโคฉะนั้นควรมีกระบวนการผลิตเนื้อโคที่มีคุณภาพถูกสุขอนามัยและปลอดภัย เกษตรกรรมนั้นเป็นรากฐานที่สำคัญของเศรษฐกิจและสังคมไทย 1 ใน 3 ของครอบครัวไทยทำงานอยู่ในภาคเกษตรและครัวเรือนและร้อยละ 93 ของประชากรกลุ่มนี้อาศัยอยู่ในเขตชนบท ซึ่งกิจกรรมทางการเกษตรที่สำคัญคือการปลูกพืชและปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์แบบผสมผสาน ส่วนสัตว์ที่เลี้ยงเป็นหลักได้แก่ สุกร ไก่ และโค-กระบือ ในปีพ.ศ. 2552 จำนวนของโค-กระบือในประเทศไทยมีจำนวนประมาณ 8,595,428 ตัว คิดเป็นค่าเฉลี่ยต่อครัวเรือนคือ 6.2 ตัวต่อครัวเรือน ซึ่งบ่งชี้ว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงโค-กระบือส่วนใหญ่เป็นผู้เลี้ยงโค-กระบือรายย่อย (Charoensook et al., 2013)

ในการค้าโค-กระบือ โค-กระบือ จะถูกเคลื่อนย้ายจากแหล่งที่เลี้ยงของเกษตรกรสู่ตลาดนัดโค-กระบือ และจะเกิดการต่อรองราคาของโค-กระบือระหว่างพ่อค้าและเกษตรกร (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2557) พ่อค้าและโค-กระบือที่มาจากหลายแหล่งนั้นก่อให้เกิดเครือข่ายการค้าโค-กระบือขึ้น ในขณะที่การเคลื่อนย้ายโค-กระบือในลักษณะดังกล่าวก็ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคระบาดในโค-กระบือไปยังหลายแหล่ง และโครงสร้างของเครือข่ายจะเป็นตัวบ่งบอกได้เป็นอย่างดีถึงความเร็วในการแพร่กระจายโรคระบาดในเครือข่ายนั้น (Rautureau et al., 2010) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของผู้ค้าโค-กระบืออย่างเป็นระบบ

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (Social network analysis) มีพื้นฐานจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยในสังคมใดๆ รวมทั้งรูปแบบและความสัมพันธ์ที่หน่วยทางสังคมนั้นๆ แสดงออกมา (Wasserman and Faust, 1994) วิธีการศึกษานี้ทำให้เกิดความเข้าใจกลไกในการระบาดของโรคและเป็นแนวทางในการวางกลยุทธ์เพื่อการควบคุมและป้องกันโรค (SoaresMagalhaes et al., 2012) การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบการเคลื่อนย้ายสัตว์หลายชนิดเช่น โค-กระบือ (Dube et al., 2009; Rautureau et al., 2010; Vernon and Keeling, 2012) แกะ (Webb, 2005; Kiss et al., 2006; Norton et al., 2012) สุกร (Rautureau et al., 2012; Buttner et al., 2013) และสัตว์เลี้ยงที่เลี้ยงเป็นเพื่อนเช่น ม้า (Sanchez-Matamoros et al., 2013)

การศึกษานี้จัดทำขึ้นเพื่อวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของผู้ค้าโค-กระบือในตลาดนัดโค-กระบือในพื้นที่จังหวัดตาก ในระหว่างเดือนธันวาคม 2556 ถึงมกราคม 2557 เพื่อป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดโรคระบาดในเครือข่ายการค้าโค-กระบือผ่านทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบือและเสนอแนะแนวทางป้องกันโรคที่เหมาะสมแก่ผู้เกี่ยวข้องในพื้นที่ต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### ขอบเขตงานวิจัย

การศึกษาแบบ Cross-sectional study ดำเนินการศึกษาในตลาดนัดโค-กระบือ จำนวน 3 ตลาด (A,B,C) ในพื้นที่จังหวัดตาก ในระหว่างเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนมกราคม 2557 คือเป็นตลาดนัดโค-กระบือที่ไม่มีระบบลงทะเบียนสัตว์และหรือระบบขี้ตัวสัตว์

### วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ผู้ค้าโค-กระบือด้วยแบบสัมภาษณ์ ข้อมูลที่เก็บได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ค้าโค-กระบือ ตำแหน่งที่อยู่ของผู้ค้า ชื่อตลาดนัดโค-กระบือแหล่งต้นทางของการเคลื่อนย้ายโค-กระบือเข้าสู่ตลาดนัด จำนวนโค-กระบือเฉลี่ยที่นำมาค้าในตลาดในแต่ละครั้ง และแหล่งปลายทางของการเคลื่อนย้ายโค-กระบือออกจากตลาดนัด

### กรอบประชากรที่ทำการศึกษา (Population frame)

ผู้ค้าโค-กระบือในตลาดนัดค้าโค-กระบือในจังหวัดตาก

### วิธีการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม

วิเคราะห์เครือข่ายสังคมแบบ Static weighted directed one-mode network โดย node แสดงถึงแหล่งต้นทางและปลายทางการค้าโค-กระบือ แสดงถึงกิจกรรมการค้าและลูกศรแสดงถึงทิศทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบือ

### คำศัพท์เฉพาะ

**Degree centrality** คือจำนวนของ node ที่เชื่อมโยงกับ node ที่ศึกษา (Opsahl et al., 2010) Degree centrality ในการศึกษานี้ถ่วงน้ำหนักด้วยจำนวน node ที่เชื่อมโยงกันและจำนวนของผู้ค้าโค-กระบือซึ่งเคลื่อนย้ายโค-กระบือระหว่าง node นั้นๆ และแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น in-degree และ out-degree centrality ตามการทิศทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบือ โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

### Generalized weighted in-degree centrality

$$C_{D-in}^{w\alpha}(i) = k_i^{in} \times \left( \frac{S_i^{in}}{k_i^{in}} \right)^\alpha \quad (1)$$

### Generalized weighted out-degree centrality

$$C_{D-out}^{w\alpha}(i) = k_i^{out} \times \left( \frac{S_i^{out}}{k_i^{out}} \right)^\alpha \quad (2)$$

$k_i$  คือ จำนวนเส้นทางการเคลื่อนย้ายสัตว์ จากแหล่งต้นทาง ( $k_i^{in}$ ) และออกไปยังปลายทาง ( $k_i^{out}$ ) ของโค-กระบือ ซึ่งเชื่อมโยงกับ node  $i$  (node ที่ทำการศึกษา)

$S_i$  คือ น้ำหนักของแต่ละเส้นซึ่งกำหนดจากจำนวนผู้ค้าที่เคลื่อนย้ายสัตว์เข้าและออกจาก node  $i$  แบ่งออกเป็นเคลื่อนย้ายเข้า ( $s_i^{in}$ ) และเคลื่อนย้ายออก ( $s_i^{out}$ )

$\alpha$  คือ ตัวแปรถ่วงน้ำหนักของ  $k_i$  และ  $S_i$  (Opsahl et al., 2010) ในการศึกษาให้ค่า  $\alpha$  เท่ากับ 0.5

**K-core** คือ กลุ่มย่อยภายในเครือข่ายหลัก โดยที่แต่ละ node ที่เป็นสมาชิกจะต้องเชื่อมโยงกับ node ในเครือข่ายย่อยเดียวกันอย่างน้อย  $K$  node (Martinez-Lopez et al., 2009) ในการศึกษา K-core แสดงถึงจำนวนแหล่งต้นทางและแหล่งปลายทางที่น้อยที่สุดที่สมาชิกในกลุ่มย่อยนั้นมี K-core คำนวณโดยใช้ algorithms ของ (Batagelj and Zaversnik 2002)

### การวิเคราะห์ระยะทาง

ผู้วิจัยกำหนดจุดพิกัดของต้นทางและปลายทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบือโดยใช้แผนที่ของ package 'ggmap' version 2.3 (Kahle and Wickham, 2014) และคำนวณระยะทางระหว่างแต่ละจุดวัดโดยใช้ package 'cluster' version 1.15.3 (Maechle et al., 2014) ภายใต้โปรแกรม R

## ผลการศึกษา

### ผู้ค้าโค-กระบือ

ในการศึกษา ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้ค้าโค-กระบือจำนวน 210 ราย แบ่งออกเป็น ตลาด A 66 ราย ตลาด B 60 ราย และตลาด C 84 ราย ตามลำดับ ผู้ค้าเป็นชายร้อยละ 93.3 โดยมีอายุอยู่ในช่วง 41-60 ปี ระดับการศึกษาประถมศึกษา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ค้าโค-กระบือที่ถูกสัมภาษณ์ (n=210)

ตัวแปร	ร้อยละ
<b>เพศ</b>	
ชาย	93.3(196/210 )
หญิง	6.7(14 /210)
<b>อายุ</b>	
น้อยกว่า 20 ปี	0.5(1 /210)
20 ถึง 40 ปี	22.4(47 /210)
41 ถึง 60 ปี	64.3(135 /210)
มากกว่า 60 ปี	10.5(22 /210)
ไม่มีข้อมูล	2.4(5 /210)
<b>การศึกษา</b>	
ประถมศึกษา	74.8(57/210)
มัธยมศึกษา	18.6(39 /210)
ปริญญาตรี	5.2(11 /210)
ไม่มีข้อมูล	1.4(3 /210)

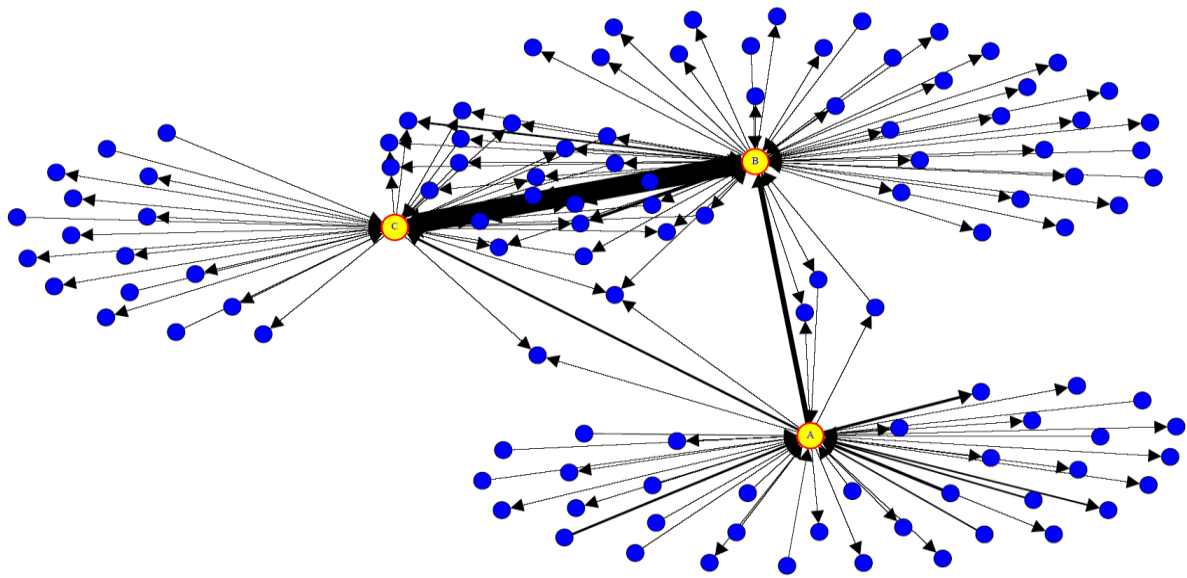
ลักษณะของเครือข่ายการค้าโค-กระบือในจังหวัดตาก

เครือข่ายผู้ค้าโค-กระบือประกอบไปด้วย node จำนวน 115 node และ tie 168 เส้น ตลาด B มีจำนวนของแหล่งต้นทางและปลายทางของการเคลื่อนย้ายมากที่สุด และมี weighted in และ weighted out-degree centralities สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตลาดอื่นๆ ค่า Degree centralities และ K-score ดังแสดงในตารางที่ 2 และแผนภาพเครือข่าย ดังแสดงในภาพที่ 1

ตารางที่ 2 ค่า generalized weighed degree centralities and k-core คำนวณจากเครือข่ายผู้ค้าโค-กระบือในตลาดนัดโค-กระบือ จังหวัดตาก

ตลาดนัดโค-กระบือ	จำนวนต้นทาง(แห่ง)	จำนวนปลายทาง (แห่ง)	Generalized weighted in-degree centrality ( $\alpha^A=0.5$ )	Generalized weighted out-degree centrality ( $\alpha^B=0.5$ )	k-core
A	18	26	35.5	49.2	3
B	25	53	53.4	106.7	4
C	21	29	52.4	56.0	4

a คือตัวแปรถ่วงน้ำหนักซึ่งเกิดจากการเปรียบเทียบจำนวน tie กับจำนวนผู้ค้าโคกระบือที่เคลื่อนย้ายโค-กระบือภายใน tie นั้นๆ



ภาพที่ 1 เครือข่ายผู้ค้าโค-กระบือในตลาดนัดโค-กระบือ จังหวัดตาก ประกอบไปด้วย node จำนวน 115 nodes และ tie 168 ties โดยที่แต่ละ Node เป็นตัวแทนตลาด แหล่งต้นทางและแหล่งปลายทางของการค้าโค-กระบือ และ tie แสดงถึงกิจกรรมการค้าโค-กระบือ ความหนาของ tie แสดงถึงจำนวนผู้ค้าที่ทำการค้าบน tie นั้นๆ ลูกศรแสดงถึงทิศทางการเคลื่อนย้ายของโค-กระบือ Node A, B และ C แสดงถึงตลาด A, B และ C ตามลำดับ

### ระยะทางจากตลาดค้าโค-กระบือ

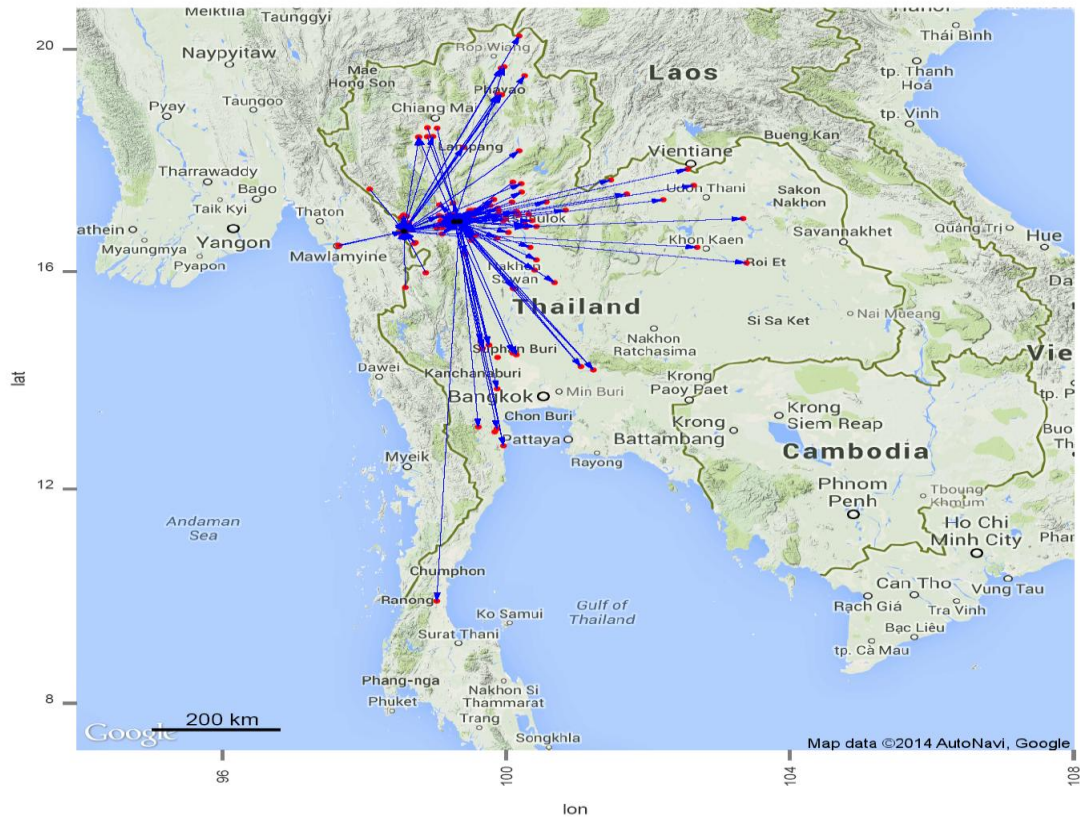
แหล่งต้นทางและปลายทาง มีจำนวน 112 แหล่ง ซึ่งเคลื่อนย้ายสัตว์เข้าออกตลาดนัดโค-กระบือที่ทำการศึกษ จำนวนของแหล่งต้นทางและปลายทางดังตารางที่ 2 ระยะทางเฉลี่ยจากต้นทางการเคลื่อนย้ายไปจนถึงตลาด B และ C เป็นสองเท่าของตลาด A ในทางตรงกันข้ามระยะทางจากตลาด A ไปจนถึงปลายทางการเคลื่อนย้ายมีค่าเป็น 7 เท่าและ 3 เท่าของตลาด B และ C ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ระยะทางจากตลาดไปยังแหล่งต้นทางและปลายทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบือ

ตลาด	ระยะทางจากต้นทางมายังตลาดนัดค้าสัตว์ (กม.)			ระยะทางจากตลาดค้าสัตว์ไปยังปลายทางการเคลื่อนย้าย(กม.)		
	Median (Q1, Q3)	Min	Max	Median (Q1, Q3)	Min	Max
A	28.8 (12.1, 91.9)	2.3	113.1	307.6 (185.1, 385.4)	2.3	519.9
B	56.5 (28.7, 110.5)	7.2	193.2	44.5 (23.2, 116.3)	7.2	774.4
C	55.3 (21.7, 73.8)	6.3	168.2	95.6 (55.3, 254.5)	7.2	460.4

ภาพที่ 2 แสดงระยะทางที่ผู้ค้าโค-กระบือเคลื่อนย้ายโค-กระบือเข้าและออกตลาดนัดโค-กระบือที่ทำการศึกษา ระยะทางที่ไกลที่สุดคือ 774.4 กิโลเมตรไปทางทิศใต้ ซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดชุมพร ปลายทางการ

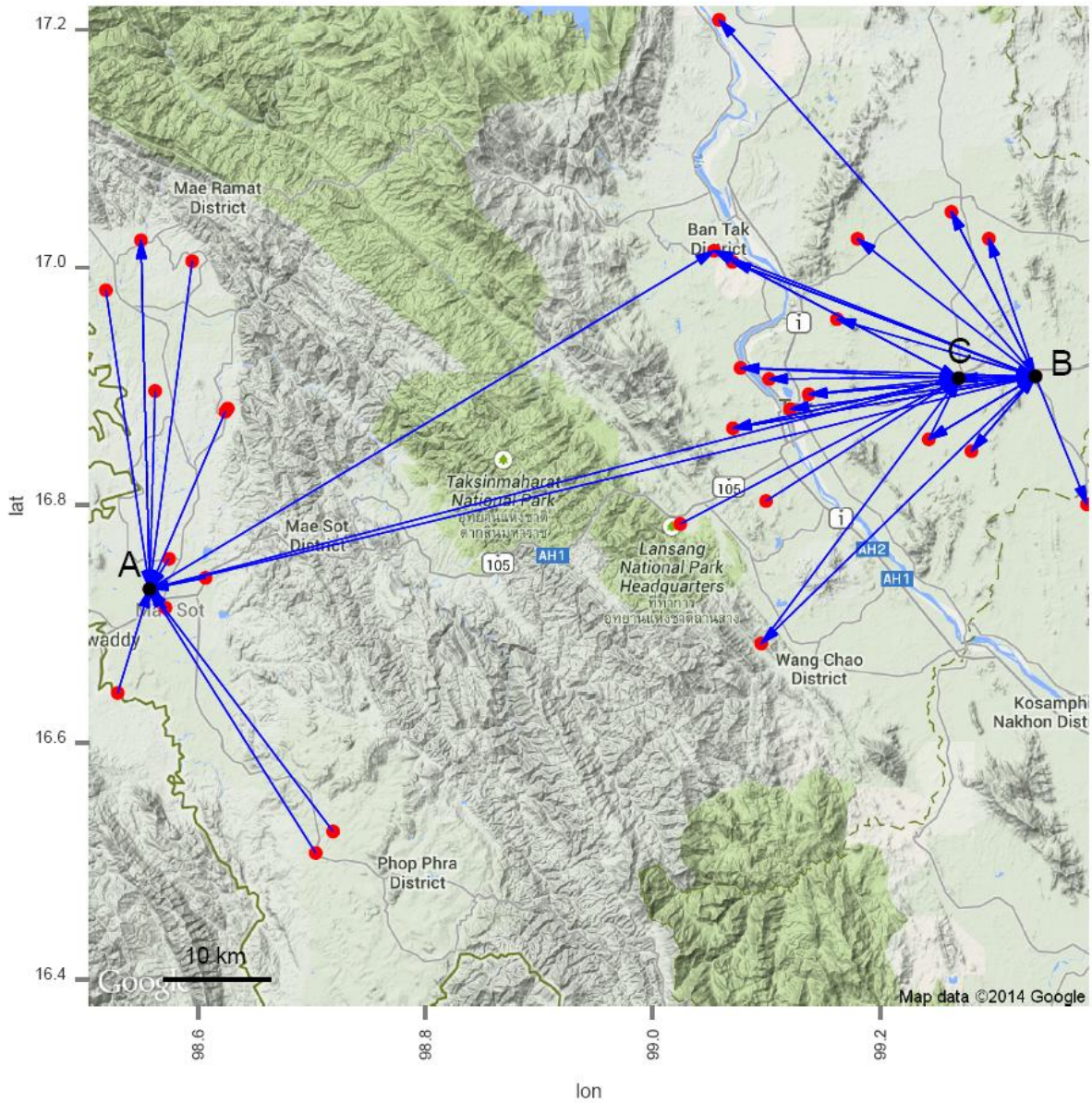
เคลื่อนย้ายบางแห่งอยู่บริเวณชายแดนไทย-ลาว ปลายทางการเคลื่อนย้ายจำนวน 1 แห่ง อยู่ที่เมืองมะละหม่ง รัฐมอญ ประเทศเมียนมาร์ จากการสัมภาษณ์ผู้ค้าบางรายให้ข้อมูลว่าปลายทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบืออยู่ในประเทศจีน และมาเลเซีย แต่เนื่องจากไม่สามารถระบุตำแหน่งของเมืองได้ชัดเจน จึงตัดข้อมูลดังกล่าวออกจากการวิเคราะห์



การกระจายตัวของแหล่งต้นทางและปลายทางการค้าโคกระบือและระยะทางจากตลาดนัดโค-กระบือของจังหวัดตาก ลูกศรแสดงถึงทิศทางการเคลื่อนย้าย จุดสีดำแสดงถึงตลาดนัดโค-กระบือที่ทำการศึกษา

เมื่อวิเคราะห์จากลักษณะทางภูมิศาสตร์ ของตลาดนัดโค-กระบือที่ทำการศึกษา พบว่าสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติ เช่น พื้นที่ภูเขา เป็นอุปสรรคต่อการค้าและเคลื่อนย้ายโค-กระบือระหว่างตลาด A กับตลาดอื่นๆ อย่างไรก็ตามผู้ค้าโค-กระบือบางรายสามารถข้ามเขตภูเขาไปค้าโค-กระบือยังตลาด B และ C ได้ เป็นที่น่าสังเกตว่าต้นทางและปลายทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบือนั้นตั้งอยู่ในพื้นที่ราบเกือบทั้งหมดดังภาพที่ 3





ภาพที่ 3 แผนที่สภาพทางภูมิศาสตร์ของตลาดนัดโค-กระบือ จุดสีแดงแสดงถึงแหล่งต้นทางและปลายทางของการเคลื่อนย้าย จุดสีดำแสดงตลาดโค-กระบือที่ทำการศึกษาและลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนย้ายโค-กระบือ

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลจากตลาดนัดโค-กระบือ 3 แห่ง และพบจำนวนแหล่งต้นทางและปลายทางของการเคลื่อนย้ายสัตว์ 115 แห่ง จากข้อมูลของกรมปศุสัตว์ตลาดนัดโค-กระบือในประเทศไทยมีทั้งสิ้น 112 ตลาด (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2557) ซึ่งอาจทำให้มีแหล่งต้นทางและปลายทางของการค้าโค-กระบือได้มากถึงหลายพันแหล่ง ซึ่งมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรคไปตามเส้นทางการเคลื่อนย้ายสัตว์ (Wiratsudakul et al., 2014)นอกจากนั้น แหล่งปลายทางของการเคลื่อนย้ายโค-กระบือบางแห่งนั้นถูกระบุว่าอยู่ในประเทศเพื่อนบ้าน เช่น จีน มาเลเซีย และเมียนมาร์ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการระบาดของโรคระหว่างประเทศ ดังนั้น การควบคุมการเคลื่อนย้ายโค-กระบือควรทำโดยอาศัยความร่วมมือกันในระดับภูมิภาคมากกว่าระดับประเทศ(Dean et al., 2013)เพื่อการป้องกันและควบคุมโรคอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

## วิจารณ์ผล

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์เครือข่ายการค้าโค-กระบือในจังหวัดตากจากหน่วยทางสังคมซึ่งได้แก่ผู้ค้าโค-กระบือในตลาดนัดดังกล่าวในปัจจุบันยังไม่มีระบบการลงทะเบียนโดยเฉพาะของผู้ค้าโค-กระบือในประเทศไทย ซึ่งผู้ค้าโค-กระบือสามารถเคลื่อนย้ายโค-กระบือจากบริเวณใกล้เคียงและนำมาขายในตลาดนัดโค-กระบือ โดยไม่ต้องแจ้งถึงการนำเข้าสัตว์สู่ตลาด ยกเว้นสัตว์ที่ขออนุญาตนำเข้าจากคอกกักสัตว์ตามแนวชายแดน การเคลื่อนย้ายในรูปแบบดังกล่าวอาจทำให้เจ้าหน้าที่ภาครัฐไม่สามารถติดตามการเคลื่อนย้ายและนำไปสู่การแพร่กระจายของโรคระบาดในโค-กระบือได้ซึ่งลักษณะการค้าดังกล่าวคล้ายคลึงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ในกรณีของเครือข่ายผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในประเทศไทย (Wiratsudakul et al., 2014) อย่างไรก็ตาม กรมปศุสัตว์มีระบบควบคุมการเคลื่อนย้ายสัตว์ภายในประเทศและระหว่างประเทศที่ใช้ในการติดตามการเคลื่อนย้ายสัตว์อยู่แล้ว ซึ่งผู้ขอเคลื่อนย้ายโค-กระบือจะต้องยื่นเรื่องขอเคลื่อนย้ายโค-กระบือต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งก่อนที่จะทำการเคลื่อนย้าย เจ้าหน้าที่จะตรวจสอบว่าโค-กระบือมาจากแหล่งที่ไม่มีภาวะระบาดของโรค และไม่มีอาการของโรคระบาดที่ระบุในพระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ พ.ศ. 2499 เช่น โรคปากและเท้าเปื่อย วัณโรค หรือโรคแท้งติดต่อ เป็นต้น ผู้ต้องการเคลื่อนย้ายโค-กระบือต้องแสดงหนังสือรับรองการฉีดวัคซีนป้องกันโรค และสัตว์ต้องได้รับการทำเครื่องหมายประจำตัวที่ชัดเจน (พระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ พ.ศ. ๒๕๔๙ และแก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๒. กรมปศุสัตว์.) ซึ่งการเคลื่อนย้ายโค-กระบือข้ามจังหวัดหรือเคลื่อนย้ายเข้าออกตามแนวชายแดนจะถูกตรวจสอบตามขั้นตอนของกรมปศุสัตว์ก่อนที่จะทำการเคลื่อนย้าย ทว่าระบบดังกล่าวยังไม่สามารถระบุถึงแหล่งที่มาภายในจังหวัด ประกอบกับการตรวจสอบก่อนการเคลื่อนย้ายโดยใช้การสังเกตอาการเป็นหลักไม่สามารถตรวจสอบโรคได้ ในกรณีที่โรคนั้นอยู่ในระยะฟักตัวหรือโค-กระบือติดเชื้อแบบไม่แสดงอาการ ดังนั้นจึงควรมีการสุ่มเก็บตัวอย่างจากโค-กระบือ และส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อคัดกรองโรคก่อนอนุญาตให้เคลื่อนย้ายอย่างต่อเนื่อง อีกประการหนึ่งคือกรมปศุสัตว์ควรจัดให้มีระบบการลงทะเบียนก่อนที่โค-กระบือจะเข้าสู่ตลาดนัดเพื่อระบุแหล่งที่มาของสัตว์ และใช้ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการประกอบการพิจารณาอนุญาตให้มีเคลื่อนย้ายโค-กระบือเพื่อป้องกันการเคลื่อนย้ายของสัตว์ที่ติดโรคแต่ไม่แสดงอาการ และหากมีการนำโค-กระบือไปฆ่าเพื่อการบริโภคอาจมีการปนเปื้อนหรือเป็นโรคที่อันตรายหรือโรคสัตว์ติดคนได้ควรให้ความรู้แก่ผู้บริโภคในด้านอาหารปลอดภัยและสนับสนุนให้นำสัตว์เข้าโรงฆ่าที่ได้รับใบอนุญาตจากกรมปศุสัตว์หรือผ่านการรับรองมาตรฐานจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ

## สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมในการศึกษานี้ ใช้พารามิเตอร์ที่สำคัญ คือ degree centrality และ k-core ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงความเสี่ยงในการเกิดโรคได้ (SoaresMagalhaes et al., 2012) in-degree centrality และ out-degree centrality ในการศึกษานี้มีค่ามากแสดงถึงจำนวนแหล่งต้นทางและปลายทางของการเคลื่อนย้ายโค-กระบือซึ่งเชื่อมโยงกับตลาดนัดโค-กระบือแต่ละแห่งนั้นมีจำนวนมาก รวมทั้งจำนวนผู้ค้าโค-กระบือที่เคลื่อนย้ายสัตว์ในเส้นทางเหล่านั้นก็มากเช่นกัน เนื่องจากในการศึกษานี้ได้ถ่วงน้ำหนักค่า degree centrality ด้วยจำนวน tie และจำนวนผู้ค้าโค-กระบือที่เคลื่อนย้ายสัตว์บน tie นั้น เป็นที่น่าสังเกตว่า out-degree centrality มีค่ามากกว่า in-degree centrality ในทุกตลาดที่ทำการศึกษาดังตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าแหล่งต้นทางซื้อโค-กระบือนั้นมีจำนวนน้อยกว่าแหล่งปลายทางที่ขายโคกระบือออกไป และ node บาง

node เป็นทั้งแหล่งต้นทางและแหล่งปลายทางของการเคลื่อนย้าย ทั้งในตลาดนัดเดียวกันและระหว่างตลาด ดังรูปที่ 1 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า แต่ละ node มีความเชื่อมโยงกับผู้ค้ามากกว่า 1 รายในบทบาทที่ต่างกัน ทำให้ความเสี่ยงของการระบาดของโรคในเครือข่ายการค้านี้มีมากขึ้น

ค่า  $k$ -core ใช้วัดระดับความเชื่อมโยงของกลุ่มย่อย(subnetwork) และสะท้อนให้เห็นถึงความเสี่ยงในการระบาดของโรคภายในกลุ่มย่อยนั้นๆ (SoaresMagalhaes et al., 2012) ซึ่งทุก node ที่อยู่ในกลุ่มย่อยมีความเสี่ยงที่จะติดและแพร่กระจายเชื้อได้ เมื่อเกิดการระบาดของโรคค่า  $k$ -core จากตลาดที่ทำการศึกษานั้นมีค่าสูง บ่งชี้ถึงระดับความเชื่อมโยงกันของแหล่งต้นทางและปลายทางของการเคลื่อนย้าย และโรคระบาดสามารถกระจายในวงกว้างไปตามจำนวน node ซึ่งเชื่อมโยงกันในกลุ่มย่อยนั้น

สาเหตุที่ทำให้เนื้อสัตว์ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภคหรือส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศได้ เนื่องจากเนื้อสัตว์มีการปนเปื้อนเชื้อโรคต่างๆ อาทิ เช่น เชื้อแบคทีเรีย เชื้อไวรัส เชื้อริกเกตเซีย ฯลฯ หรือสัตว์นั้นเป็นโรคและมีเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค การปนเปื้อนนั้นเกิดขึ้นได้ตั้งแต่แหล่งผลิตในระบบการเลี้ยงการผลิต ถ้าไม่มีระบบการป้องกันความปลอดภัยทางชีวภาพที่ดีก็จะยิ่งทำให้มีโอกาสการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น ในรูปแบบของการศึกษาเครือข่ายทางสังคมของผู้ค้าโค-กระบือ หากมีการซื้อขายโค-กระบือที่เป็นโรคแล้วมีการเคลื่อนย้ายก็จะทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสได้รับอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่ไม่ปลอดภัยหรือไม่เหมาะสมต่อการบริโภค อีกทั้งส่วนของโรคก็จะเกิดการแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วในระบบการขนส่งในปัจจุบัน ส่งผลเสียต่อสุขภาพผู้บริโภคและเศรษฐกิจต่อสินค้าปศุสัตว์

## ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ค้าโค-กระบือมีแนวโน้มที่จะซื้อโค-กระบือจากแหล่งที่ใกล้กับตลาดนัดโค-กระบือแต่ขายออกไปสู่ปลายทางที่ไกลจากตลาดนัด ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 2 อาจมีความเป็นไปได้ว่า ผู้ค้าในพื้นที่ที่ห่างไกลจากตลาดนัดนั้นให้ราคาโค-กระบือที่แพงกว่าผู้ค้าที่อยู่ในบริเวณใกล้กับตลาดหากไม่มีการควบคุมการเคลื่อนย้ายสัตว์ที่เหมาะสมการขนส่งโค-กระบือในระยะไกลอาจทำให้เกิดความเสี่ยงในการแพร่กระจายของโรคระบาดโค-กระบือ (Dean et al., 2013; Himeidan et al., 2014) และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับแง่มุมทางด้านเศรษฐกิจและสังคมเพื่ออธิบายถึงรูปแบบของการเคลื่อนย้ายที่เกิดขึ้นในการศึกษานี้ จากการวิเคราะห์สภาพทางภูมิศาสตร์ของตลาดนัดโค-กระบือ (ภาพที่ 3) สภาพทางภูมิศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดตำแหน่งของแหล่งค้าสัตว์ และความถี่ในการเคลื่อนย้ายสัตว์เข้าออกตลาดนัด ตลาดนัดที่อยู่ในพื้นที่ราบเดียวกัน (ตลาด B และ C) นั้นเชื่อมโยงกันมากกว่าตลาดที่ถูกกั้นด้วยภูเขา (ตลาด A) (ภาพที่ 1) แผนที่ทางภูมิศาสตร์มีส่วนสำคัญในการอธิบายถึงรูปแบบและทิศทางของการเคลื่อนย้ายสัตว์และจากการศึกษานี้ สามารถบอกได้ว่าการค้าสัตว์มักเกิดในพื้นที่ราบมากกว่าพื้นที่สูง

2. เครือข่ายทางสังคมของผู้ค้าโค-กระบือในการศึกษานี้สามารถอธิบายรูปแบบของการเคลื่อนย้ายสัตว์โดยเฉพาะช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งควรมีการศึกษาต่อเนื่องเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการค้าโค-กระบือในแต่ละช่วงเวลาของปี การศึกษาความเชื่อมโยงของการค้าโค-กระบือกับฤดูกาลทำให้เกิดความเข้าใจในรูปแบบของการค้าโค-กระบือ และเจ้าหน้าที่รัฐจะสามารถวางแผนการเฝ้าระวังโรคให้สอดคล้องกับช่วงเวลาที่มีความถี่ในการค้าโค-กระบือเพิ่มขึ้น อีกประการหนึ่งคือการวิเคราะห์เครือข่ายนี้เกิดขึ้นในช่วงที่ไม่มีการระบาดของโรค การเคลื่อนย้ายของโค-กระบือในช่วงเวลาที่มีการระบาดของโรคมักมีความแตกต่างจากช่วงเวลาปกติ แต่การ

วิเคราะห์ในช่วงเวลาปกติจะทำให้สามารถประเมินได้ว่าโรคมีความเสี่ยงที่จะกระจายไปได้กว้างเพียงใดและการรู้ขอบเขตของปัญหาที่จะเกิดขึ้นจะนำไปสู่การวางแผนการควบคุมโรคที่เหมาะสมกับสถานการณ์การระบาดของโรคในพื้นที่

3.ควรสนับสนุน ส่งเสริมให้เกษตรกร ผู้ประกอบการเข้าสู่ระบบมาตรฐานฟาร์มมากขึ้น ระบบมาตรฐานฟาร์มมีการจัดระบบคุณภาพที่ดีมีระบบการป้องกันโรคที่ดี การจัดการฟาร์ม การจัดการสิ่งแวดล้อม และสวัสดิภาพสัตว์ และมีนายสัตวแพทย์ประจำฟาร์ม และยังสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ว่าที่มาของสัตว์มาจากที่ไหนหรือมาจากฟาร์มไหน

4.มีการพัฒนาตลาดนัดค้าโค-กระบือมีชีวิต ให้มีระบบป้องกันความปลอดภัยด้านการป้องกันโรคที่เป็นมาตรฐาน มีระบบตรวจสอบย้อนกลับได้ (Traceability) ว่าโคมีประวัติมาจากที่ไหน มีระบบการจัดการเลี้ยงเป็นอย่างไร และสามารถควบคุมสถานการณ์ได้ถ้าหากเกิดมีภาวะโรคระบาดเกิดขึ้น

5.จังหวัดตากมีโรงฆ่าโค-กระบือที่ได้มาตรฐาน 3 แห่ง ควรแนะนำส่งเสริมให้ผู้ค้าโค-กระบือผู้ประกอบการ นำโค-กระบือเข้ามาและฆ่าและชำแหละในพื้นที่จังหวัดตากแล้วจึงค่อยเคลื่อนย้ายเป็นซากเนื้อโคจะได้เนื้อสัตว์ที่ปลอดภัยมากกว่าเนื่องจากโรงฆ่าสัตว์มีพนักงานตรวจโรคสัตว์คอยตรวจสอบสัตว์ก่อนฆ่าและหลังฆ่า และยังเป็น การควบคุมการแพร่กระจายของโรคระบาดได้อีกช่องทางหนึ่ง

6.ปัจจุบันประเทศไทย ดำเนินการผลิตอาหารภายใต้มาตรฐานสากล เช่น GAP GMP HACCP, ISO9002 หรือมาตรฐาน HALAL ตลอดห่วงโซ่การผลิตและเป็นที่ยอมรับของตลาดทั่วโลกโดยเฉพาะสำหรับการผลิตสินค้าปศุสัตว์ที่มีมาตรฐานฟาร์ม และโรงงานที่ผ่านการรับรองจากกรมปศุสัตว์ ระบบต่างๆนี้เป็นระบบการผลิตที่ทำให้อาหารปลอดภัยมากขึ้น มีการคัดเลือกวัตถุดิบขั้นต้นที่ปลอดภัยก่อนเข้าสู่ระบบการผลิตการแปรรูปและยังทำให้สินค้ามีมูลค่าเพิ่มขึ้นสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก จังหวัดตากควรส่งเสริมผู้ประกอบการที่มีความพร้อมให้ผลิตสินค้าด้านการปศุสัตว์ที่มีคุณภาพสามารถทำให้จังหวัดตากเป็นครัวของโลกในอนาคตข้างหน้าได้ภายใต้โครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อและการจัดตั้งศูนย์แปรรูปและรับรองคุณภาพเนื้อโคครบวงจร

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ข้าราชการ และพนักงานราชการ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดตาก ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในพื้นที่ และผู้ค้าโค-กระบือผู้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

พระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ พ.ศ.1499 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 116 ตอนที่

30 ก ลงวันที่ 23 เมษายน 2542. หน้า 34

สำนักส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์. 2557. รายงานการจัดตลาดนัดโค-กระบือและตลาดนัดสัตว์ปีก.

กรมปศุสัตว์. [Online] Available Source: <http://extension.dld.go.th/th1> [verified 03/02/2015]

- Batagelj, V. and Zaversnik, M. (2002). Generalized Cores. *Computing Research Repository*. doi: arXiv.org/cs.DS/0202039.
- Buttner, K. Krieter, J. and Traulsen, I. (2013) Characterization of Contact Structures for the Spread of Infectious Diseases in a Pork Supply Chain in Northern Germany by Dynamic Network Analysis of Yearly and Monthly Networks. *Transboundary and Emerging Diseases*.doi: 10.1111/tbed.12106
- Charoensook, R. Knorr, C. Brenig, B.and Gatphayak, K. (2013) Thai pigs and cattle production, genetic diversity of livestock and strategies for preserving animal genetic resources. *Maejo International Journal of Science and Technology*7, 113-132. Csardi, G (2014). Package igraph' Available Source: <http://cran.r-project.org/web/packages/igraph/igraph.pdf> [Verified 01/16/2015]
- Dean, AS. Fournie, G. Kulo, AE. Boukaya, GA. Schelling, E. and Bonfoh, B (2013) Potential risk of regional disease spread in West Africa through cross-border cattle trade. *PLoS One*8, e75570. doi: 10.1371/journal.pone.0075570
- Department of Livestock Development (DLD) of Thailand (2014) 'Report on cattle and poultry markets in 2014' Available Source: <http://extension.dld.go.th/th1> [Verified 01/16/2015] [in Thai]
- Dube, C. Ribble, C. Kelton, D. and McNab, B (2009) A review of network analysis terminology and its application to foot-and-mouth disease modelling and policy development. *Transboundary and Emerging Diseases*56, 73-85. doi: 10.1111/j.1865-1682.2008.01064.x
- Himeidan, YE. Kweka, EJ. Mahgoub, MM. El Rayah el, A. and Ouma, JO. (2014) Recent outbreaks of rift valley Fever in East Africa and the middle East. *Frontiers in Public Health* 2, 169. doi: 10.3389/fpubh.2014.00169
- Kahle, D. and Wickham, H. (2014) 'Package ggmap' Available at <http://cran.r-project.org/web/packages/ggmap/ggmap.pdf> [Verified 01/16/2015].
- Kiss, IZ. Green, DM. and Kao, RR. (2006) The network of sheep movements within Great Britain: Network properties and their implications for infectious disease spread. *Journal of The Royal Society Interface*3, 669-77. doi: 10.1098/rsif.2006.0129
- Maechler, M. (2014) 'Package cluster' Available at <http://cran.r-project.org/web/packages/cluster/cluster.pdf> [Verified 01/16/2015]
- Martinez-Lopez, B. and Perez, AM. Sanchez-Vizcaino, JM (2009) Social network analysis. Review of general concepts and use in preventive veterinary medicine. *Transboundary and Emerging Diseases* 56, 109-20. doi: 10.1111/j.1865-1682.2009.01073.x
- Norton, E. Benaben, S. Mbotha, D. and Schley, D. (2012) Seasonal variations in physical contact amongst domestic sheep and the implications for disease transmission. *Livestock Science* 145, 34-43. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2011.12.017>

- Opsahl, T. Agneessens, F. and Skvoretz, J. (2010) Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social Networks* 32, doi: 245-251.10.1016/j.socnet.2010.03.006
- Opsahl, T (2014) 'Package tnet' Available Source: <http://cran.r-project.org/web/packages/tnet/tnet.pdf> [Verified 01/16/2015].
- Rautureau, S. Dufour, B. and Durand, B. (2010) Vulnerability of Animal Trade Networks to The Spread of Infectious Diseases: A Methodological Approach Applied to Evaluation and Emergency Control Strategies in Cattle, France, 2005. *Transboundary and Emerging Diseases*.doi: 10.1111/j.1865-1682.2010.01187.x
- Rautureau, S. Dufour, B. and Durand, B. (2012) Structural vulnerability of the French swine industry trade network to the spread of infectious diseases. *Animal*6, 1152-62. doi: 10.1017/S1751731111002631
- Sanchez-Matamoros, A. Martinez-Lopez, B. Sanchez-Vizcaino, F. and Sanchez-Vizcaino, JM. (2013) Social network analysis of Equidae movements and its application to risk-based surveillance and to control of spread of potential Equidae diseases. *Transboundary and Emerging Diseases*60, 448-59. doi: 10.1111/j.1865-1682.2012.01365.x
- Soares Magalhaes, RJ. Zhou, X. Jia, B. Guo, F. Pfeiffer, DU. and Martin, V. (2012) Live poultry trade in Southern China provinces and HPAIV H5N1 infection in humans and poultry: the role of Chinese New Year festivities. *PLoS One*7, e49712. doi: 10.1371/journal.pone.0049712
- Vernon, MC. And Keeling, MJ. (2012) Impact of regulatory perturbations to disease spread through cattle movements in Great Britain. *Previde Veterinary Medicine*105, 110-7. doi: 10.1016/j.prevetmed.2011.12.016
- Wasserman, S.and Faust, K. (1994) *Social Network Analysis: Methods and Applications*. (Cambridge University Press: Cambridge, ENG and New York)
- Webb, CR. (2005) Farm animal networks: unraveling the contact structure of the British sheep population. *Previde Veterinary Medicine* 68, 3-17.doi:10.1016/j.prevetmed.2005.01.003
- Wiratsudakul, A. Paul, MC. Bicout, DJ. Tiensin, T. Triampo, W. and Chalvet-Monfray, K. (2014) Modeling the dynamics of backyard chicken flows in traditional trade networks in Thailand: implications for surveillance and control of avian influenza. *Tropical Animal Health and Production*46, 845-53. doi: 10.1007/s11250-014-0575-8