

# การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2558-2559

พิมาลา เกษมสุข<sup>1\*</sup> สุขุม สนธิพันธ์<sup>2</sup>

## บทคัดย่อ

พื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 เป็นพื้นที่ที่มีการเลี้ยงโคเนื้อหนาแน่นเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศไทย โดยเกษตรกรจะมีการซื้อขายโคเนื้อและเคลื่อนย้ายไปมาระหว่างพื้นที่ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคระบาด การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 โดยใช้ข้อมูลการเคลื่อนย้ายโคเนื้อที่มีชีวิตจากระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมปศุสัตว์ วิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมด้วยโปรแกรม Ucinet 6.565 พบว่ามี node หรืออำเภอที่นำมาวิเคราะห์จำนวน 462 และ 558 node ภาพรวมของเครือข่าย node ต่างๆ มีโอกาสในการแพร่โรคมมากกว่ารับโรค เนื่องจาก network centralization ของ in-degree (0.542 และ 0.304) มีค่าน้อยกว่าของ out-degree (0.735 และ 0.631) เครือข่ายประกอบด้วย strong component เพียง 1 component ซึ่งมีขนาด 118 และ 140 node คิดเป็นร้อยละ 25.5 และ 25.1 ของจำนวน node ทั้งหมด cut-point มีทั้งหมด 6 และ 7 node เมื่อพิจารณาข้อมูลระดับเครือข่ายพบที่มีการกระจายตัวแบบ right skewed distribution แสดงให้เห็นว่าเครือข่ายมีลักษณะเป็นแบบ scale free network ซึ่งหากพิจารณาในแง่ของการเกิดโรคระบาด การควบคุมโรคหรือการวางมาตรการในการป้องกันโรคให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ควรมุ่งเน้นไปที่ hub เป็นอันดับแรกจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเฉพาะ hub ที่เป็น cut point ซึ่งในปี พ.ศ.2558 คือ ท่ามะกา และเลาขวัญ และในปี พ.ศ.2559 คือ ท่ามะกา และบ่อพลอย และหากพิจารณาในแง่ของการส่งข้อมูลข่าวสารควรทำการกระจายข้อมูลข่าวสารจาก node ที่เป็น hub จะทำให้เครือข่ายได้รับข้อมูลข่าวสารรวดเร็วที่สุด ซึ่ง hub หลักของเครือข่ายที่เป็นต่อเนื่องทั้งสองปี ได้แก่ ท่ามะกา และบ้านลาด ดังนั้นหากพิจารณาจากพารามิเตอร์ต่างๆ node ที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 ได้แก่ ท่ามะกา และบ้านลาด เนื่องจากมีทั้งค่า degree และ betweenness สูง อีกทั้งท่ามะกายังทำหน้าที่เป็น cut point ของเครือข่ายอีกด้วย

**คำสำคัญ:** เครือข่ายทางสังคม โคเนื้อ การเคลื่อนย้ายสัตว์ ปศุสัตว์เขต 7

ทะเบียนวิชาการเลขที่: 61(2)-0116(7)-026

<sup>1</sup>สำนักงานปศุสัตว์เขต 7 32 ถนนมาลัยแมน ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000

<sup>2</sup>สำนักควบคุมป้องกันและบำบัดโรคสัตว์ 69/1 แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

\*ผู้เขียนผู้รับผิดชอบ, e-mail: moo.ao@hotmail.com

# Social network analysis of cattle movement inbound and outbound livestock region 7<sup>th</sup> in 2015-2016

Pimala Kasemsook<sup>1\*</sup> Sukhum Sontiphun<sup>2</sup>

## Abstract

Livestock region 7<sup>th</sup> is the area with highly dense beef cattle farming in Thailand. Sometimes they trade and move cattle to another area. The cattle movement has a profound impact on the spread of the disease. This study aimed to examine the social network of cattle movement inbound and outbound livestock region 7<sup>th</sup> in 2015 and 2016 based on electronic movement data of Department of Livestock Development. Ucinet 6.565 was used to analyzed data. The results showed that this network had 462 and 558 nodes. Each node had probability of spread of disease more than becoming infected because network centralization of in-degree (0.542 and 0.304) was lower than out-degree (0.735 and 0.631). The analysis of the network component found that this network had only one strong component with 118 and 140 nodes which accounted to 25.5% and 25.1% of total nodes. Cut-point had 6 and 7 nodes. When considering at the network level and distribution of degree in each node in the network, the distribution pattern was right skewed, which indicated scale free network. To improve disease control in cattle, the policies and measures should focus at the hub, particularly the hub located at cut-point, which were Tha Maka and Lao Khwan districts in 2015 and Tha Maka and Bo Phloi in 2016 and information from hub should be distributed quickly, which hub in 2015 and 2016 were Tha Maka and Ban lat. In summary, the most influent nodes in livestock region 7<sup>th</sup> in 2015 and 2016 were Tha Maka and Ban lat due to their high degree and betweenness and the role of being cut-point of Tha Maka.

**Keywords:** social network, cattle, animal movement, livestock region 7<sup>th</sup>

---

Registered no: 61(2)-0116(7)-026

<sup>1</sup> Regional Livestock Office 7<sup>th</sup>, 32 Malaiman road, Prapatomjedee subdistrict, Muang district, Nakhon Pathom, Thailand 73000

<sup>2</sup> Bureau of Disease Control and Veterinary Services, 69/1 Phayathai road, Ratchatewi, Bangkok 10400

\*Corresponding author, e-mail: [moo.ao@hotmail.com](mailto:moo.ao@hotmail.com)

## บทนำ

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม (Social Network Analysis) เป็นการศึกษาถึงการมีปฏิสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงกันระหว่างหน่วยย่อยภายในกลุ่ม และเข้าใจพฤติกรรมโดยรวมของกลุ่ม โดยหน่วยย่อยที่ศึกษาเรียกว่า nodes ซึ่งแต่ละหน่วยย่อยจะมีคุณลักษณะเฉพาะเรียกว่า attributes ใช้สำหรับจำแนกความแตกต่างระหว่างหน่วยย่อยด้วยกันเอง เช่น สถานที่ตั้งฟาร์ม ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรค และใช้สำหรับตั้งสมมุติฐานเพื่อหาคำตอบหรือความแตกต่างระหว่างกลุ่มของหน่วยย่อยดังกล่าวได้ด้วย ส่วนการมีปฏิสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงกันระหว่างหน่วยย่อย เรียกว่า ties หรือ links ซึ่งมีได้หลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบก็จะทำให้ได้เครือข่ายที่แตกต่างกันไป (Martinez-Lopez *et al.*, 2009; Hanneman and Riddle, 2005; Borgatti *et al.*, 2013) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมไม่ได้มีความแตกต่างจากการศึกษาแบบดั้งเดิม เพียงแต่นักวิเคราะห์ใช้ภาษาเฉพาะในการอธิบายโครงสร้างและเนื้อหาของชุดข้อมูลที่ทำการศึกษา และมองภาพค่อนข้างแตกต่างจากการวิเคราะห์แบบดั้งเดิมที่จัดชุดข้อมูลเป็นตารางและนำมาเปรียบเทียบกันทางสถิติ ซึ่งความแตกต่างนั้นมีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้มีการแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่างออกไปจากเดิม รวมถึงวิธีการทางสถิติที่แตกต่างกันด้วย (Hanneman and Riddle, 2005) ประโยชน์ที่สำคัญของการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมเมื่อเทียบกับวิธีการวิเคราะห์อื่นๆ คือ สามารถศึกษาความสัมพันธ์ที่มีสองทิศทางได้ เช่น การติดต่อระหว่างบุคคล การค้า หรือการเคลื่อนย้ายสัตว์ ซึ่งการนำเสนอความสัมพันธ์ของสมาชิกในเครือข่ายนิยมนำเสนอในรูปแบบของทฤษฎีกราฟ (graph theory) เพราะไม่เพียงแต่ช่วยอธิบายลักษณะของแต่ละ node ลักษณะของเครือข่าย และระบุ component ที่สำคัญของเครือข่ายได้ แต่ยังสามารถวัดรูปแบบของการติดต่อ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเครือข่ายได้อีกด้วย (Martinez-Lopez *et al.*, 2009)

ในด้านระบาดวิทยาทางสัตวแพทย์มีการนำการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมมาใช้กันแพร่หลาย เช่น การศึกษาของ Ortiz-Pelaez *et al.* (2006) ได้นำข้อมูลการเคลื่อนย้ายโคและแกะในช่วงแรกของการระบาดของโรคปากและเท้าเปื่อยในสหราชอาณาจักร เมื่อปี ค.ศ.2001 มาวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมเพื่อหา node สำคัญที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรค นอกจากนี้ Shirley and Rushton (2005) ยังได้ทำการศึกษาจากเหตุการณ์เดียวกันพบว่าเครือข่ายมีโครงสร้างการเชื่อมต่อเป็นแบบ scale-free network โดย degree distribution เป็นแบบ power-law distribution ดังนั้นหากทำการควบคุมโรคที่ hub ซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ ตลาดค้าสัตว์ โดยห้ามไม่ให้มีการเคลื่อนย้ายสัตว์ก่อนที่ hub เหล่านี้เกิดโรค จะทำให้ขนาดของการระบาดของโรคลดลงได้อย่างมาก สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสัตว์เพื่ออธิบายการเกิดโรคและการแพร่กระจายของโรค เช่น Poolkhet *et al.* (2013) ศึกษาการเคลื่อนย้าย และการค้าไก่หลังบ้านในจังหวัดราชบุรี เพื่อหาผู้ที่มียาเสพติดทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรคใช้หวัดนก นอกจากนี้สัตว์ปีกแล้วยังมีการศึกษาวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโค กระบือ ในจังหวัดตาก (Khengwa *et al.*, 2015) และจังหวัดสุโขทัย (Noopataya *et al.*, 2015) การศึกษาทั้งหมดดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการวางมาตรการป้องกันและควบคุมโรคที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

พื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 เป็นพื้นที่ที่มีการเลี้ยงโคเนื้อหนาแน่นเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศไทย จากข้อมูลของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์ (2560) พบว่าปี พ.ศ.2558 มีจำนวนโคเนื้อมากถึง 697,483 ตัว จากเกษตรกร 46,327 ราย คิดเป็นร้อยละ 15.83 ของประเทศ จังหวัดในเขต 7 ที่เลี้ยงโคเนื้อมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดกาญจนบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ โดยมีจำนวนโคเนื้อ 11,090 9,633 และ 9,283 ตัว ตามลำดับ ซึ่งเกษตรกรจะมีการซื้อขายโคเนื้อและเคลื่อนย้ายไปมาระหว่างพื้นที่ ทั้งที่นำไปเลี้ยงหรือนำไปเข้าโรงฆ่าเพื่อบริโภค ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 มีการระบาดของโรคที่สำคัญในโคเนื้อ เช่น

โรคปากและเท้าเปื่อยอยู่หลายครั้ง โดยในปี พ.ศ.2558 และ 2559 พบการเกิดโรคปากและเท้าเปื่อยในประเทศไทยมากถึง 187 และ 262 ครั้ง จากข้อมูลการสอบสวนโรคพบว่า การเคลื่อนย้ายสัตว์เป็นสาเหตุที่สำคัญของการเกิดโรครองจากคน อุปกรณ์และยานพาหนะ (สำนักควบคุม ป้องกันและบำบัดโรคสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2560)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าข้อมูลที่ได้จากการเคลื่อนย้ายสัตว์เข้าออกในพื้นที่เขต 7 จะสามารถทราบได้จากระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมปศุสัตว์ (e-movement) ซึ่งทำให้ทราบถึงจำนวนความถี่ ช่วงเวลา แหล่งต้นทางและปลายทางของการเคลื่อนย้ายสัตว์ แต่ข้อมูลดังกล่าว ไม่สามารถระบุรูปแบบของการเคลื่อนย้ายว่ามีรูปแบบและความสัมพันธ์ในลักษณะใด พื้นที่ใดที่มีความเชื่อมโยงกันสูง และเป็นพื้นที่สำคัญในการแพร่หรือรับโรค ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 ซึ่งจะเป็เครื่องมือที่สำคัญในการวางระบบการเฝ้าระวัง ป้องกันและควบคุมโรคปากและเท้าเปื่อย และโรคอื่นๆ ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพของโคและความสูญเสียในทางเศรษฐกิจต่อไป

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### ประชากรและตัวอย่างที่ทำการศึกษา

ใช้ข้อมูลการเคลื่อนย้ายโคเนื้อที่มีชีวิตทั้งกรณีเข้าในและออกนอกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 การเคลื่อนย้ายภายในพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 รวมทั้งการย้ายเข้าจากต่างประเทศ จากระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมปศุสัตว์ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2559 โดยกำหนดหน่วยย่อย (node) ที่สนใจ คือ ระดับอำเภอ ความสัมพันธ์ (ties) คือ การเคลื่อนย้ายโคเนื้อระหว่างอำเภอ

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมด้วยโปรแกรม Ucinet 6.565 (Borgatti *et al.*, 2002) โดยวิเคราะห์ถึงทิศทางและจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้าย (directed network) วิเคราะห์ข้อมูล 3 ระดับ คือ ระดับหน่วยย่อย (node level analysis) ระดับกลุ่มย่อย (subgroup level analysis) และระดับเครือข่าย (network level analysis) พร้อมทั้งพิจารณาโครงร่างการเชื่อมต่อของเครือข่าย (network topology) และแสดงผลของความสัมพันธ์ในรูปแบบกราฟ

#### คำศัพท์เฉพาะ

centrality คือ ค่าความเป็นศูนย์กลางของ node ประกอบด้วยค่าหลัก ได้แก่ degree, closeness และ betweenness

in-degree คือ จำนวนความสัมพันธ์ที่มีทิศทางเข้าหา node นั้นๆ บ่งชี้ถึงการรับความสัมพันธ์เข้ามาจาก node อื่นๆ

out-degree คือ จำนวนความสัมพันธ์ที่มีทิศทางออกจาก node นั้นๆ แสดงให้เห็นว่า node นั้นมีการกระจายความสัมพันธ์ไปยัง node อื่นๆ มากน้อยเพียงใด

in-closeness คือ ค่าที่ใช้บอกความใกล้ชิดระหว่าง node ที่วัดกับ node อื่นๆ ทุก node ในเครือข่าย ในแง่ของการรับเข้า

out-closeness คือ ค่าที่ใช้บอกความใกล้ชิดระหว่าง node ที่วัดกับ node อื่นๆ ทุก node ในเครือข่าย ในแง่ของการส่งออก

betweenness คือ ค่าของการเป็นตัวผ่านของแต่ละ node ใช้เพื่อดูว่าแต่ละ node มีโอกาสที่ node อื่นๆ ในเครือข่ายจะเดินทางผ่านมากน้อยเพียงใด

weak component คือ ทุก node ใน component สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้โดยไม่สนใจทิศทางของการเชื่อมโยงหรือไม่สนใจหัวลูกศร

strong component คือ ทุก node ใน component สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้โดยสนใจทิศทางของการเชื่อมโยงหรือทิศทางของลูกศร

cut-point คือ node ที่ถ้าหากถูกตัดออกจากเครือข่ายจะทำให้ component ในเครือข่ายแตกออกจากกัน

density คือ ความหนาแน่นของเครือข่าย ซึ่งบ่งบอกถึงจำนวนความสัมพันธ์ของคู่ของ node เมื่อเทียบกับจำนวนความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยมีค่าได้ตั้งแต่ 0-1 ถ้าหากมีค่าใกล้ 0 หมายถึงเครือข่ายมีการเชื่อมโยงกันน้อย และถ้าหากมีค่าใกล้ 1 หมายถึงเครือข่ายมีการเชื่อมโยงกันอย่างหนาแน่น

clustering coefficient คือ การวัดการเกาะกลุ่มกันของเครือข่าย เป็นการวิเคราะห์ผ่านหน่วยย่อยที่สัมพันธ์ใกล้เคียงกับหน่วยย่อยหลัก ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าทุก ๆ หน่วยย่อยติดต่อโดยตรงกับหน่วยย่อยอื่นๆ ในเครือข่าย แต่ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าไม่มีการติดต่อระหว่างหน่วยย่อยในเครือข่าย

## ผลการศึกษา

### การวิเคราะห์ข้อมูลระดับหน่วยย่อย

ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 มีจำนวน node หรืออำเภอที่นำมาวิเคราะห์จำนวน 462 และ 558 node และมีการเชื่อมโยงระหว่าง node จำนวน 1,466 และ 1,733 ties ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลระดับหน่วยย่อยเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละ node ว่า node นั้นๆ มีความสำคัญ หรือส่งผลต่อ node อื่นๆ ภายในเครือข่ายมากน้อยเพียงใด โดยวัดออกมาเป็นค่า centrality ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า เครือข่ายการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 นี้มีค่าเฉลี่ยของ in-degree และ out-degree เท่ากัน คือ 42.35 และ 37.85 ค่า in-degree ต่ำสุด ของปี พ.ศ.2558 และ 2559 คือ 0 และค่า in-degree สูงสุด คือ 1,783 และ 2,079 ค่า out-degree ต่ำสุด ของปี พ.ศ.2558 และ 2559 คือ 0 และ out-degree สูงสุด คือ 2,402 และ 4,267 ดังตารางที่ 1 และเมื่อพิจารณาค่าความเป็นศูนย์กลางในภาพรวมของทั้งเครือข่ายพบว่า network centralization ของปี พ.ศ.2558 และ 2559 in-degree มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.542 และ 0.304 ซึ่งน้อยกว่าของ out-degree ซึ่งมีค่าร้อยละ 0.735 และ 0.631 (ไม่ได้แสดงผลในตาราง)

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ารวม ความแปรปรวน ค่าน้อยที่สุด และมากที่สุด ของค่า node centrality ของเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์ เขต 7 ในปี พ.ศ.2558 และ 2559

ค่าสถิติ เชิงพรรณนา	node centrality									
	in-degree		out-degree		in-closeness		out-closeness		betweenness	
	2558	2559	2558	2559	2558	2559	2558	2559	2558	2559
ค่าเฉลี่ย	42.35	37.85	42.35	37.85	0.327	0.262	0.797	0.725	353.95	403.17
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	168.35	173.93	190.25	237.80	0.04	0.03	0.76	0.76	1,706.34	2,219.38
ค่ารวม	19,546	21,120	19,564	21,120	151.01	145.97	368.02	404.46	163,525	224,966
ความแปรปรวน	28,342	30,252	36,194	56,454	0.002	0.001	0.578	0.581	2,911,586	4,925,625
ค่าน้อยที่สุด	0	0	0	0	0.216	0.179	0.216	0.179	0	0
ค่ามากที่สุด	1,783	2,079	2,402	4,267	0.344	0.272	1.847	1.867	23,131	28,971

เมื่อพิจารณาค่า degree 10 อันดับแรก พบว่า node ที่มีค่า in-degree สูงทั้งสองปีต่อเนื่องกัน ซึ่งคืออำเภอที่มีจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้ามาได้แก่ เมืองนครพนม เมืองเพชรบุรี เลาชวีญ บ้านลาด ท่ายาง บ่อพลอย และคลองหลวง node ที่มีค่า out-degree สูงทั้งสองปีต่อเนื่องกัน ซึ่งคืออำเภอที่มีจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายโคเนื้อออกได้แก่ ท่ามะกา สีคิ้ว บ้านลาด นาเชือก แม่สอด เมืองมหาสารคาม และเมืองร้อยเอ็ด ซึ่งมี node ที่มีทั้งค่า in-degree และ out-degree สูงทั้งสองค่า เป็นเวลาสองปีต่อเนื่องกันจำนวน 1 node คือ บ้านลาด เนื่องจากมีจำนวนครั้งการเคลื่อนย้ายโคเนื้อทั้งเข้าและออกพื้นที่มากที่สุดติดต่อกัน (ตารางที่ 2)

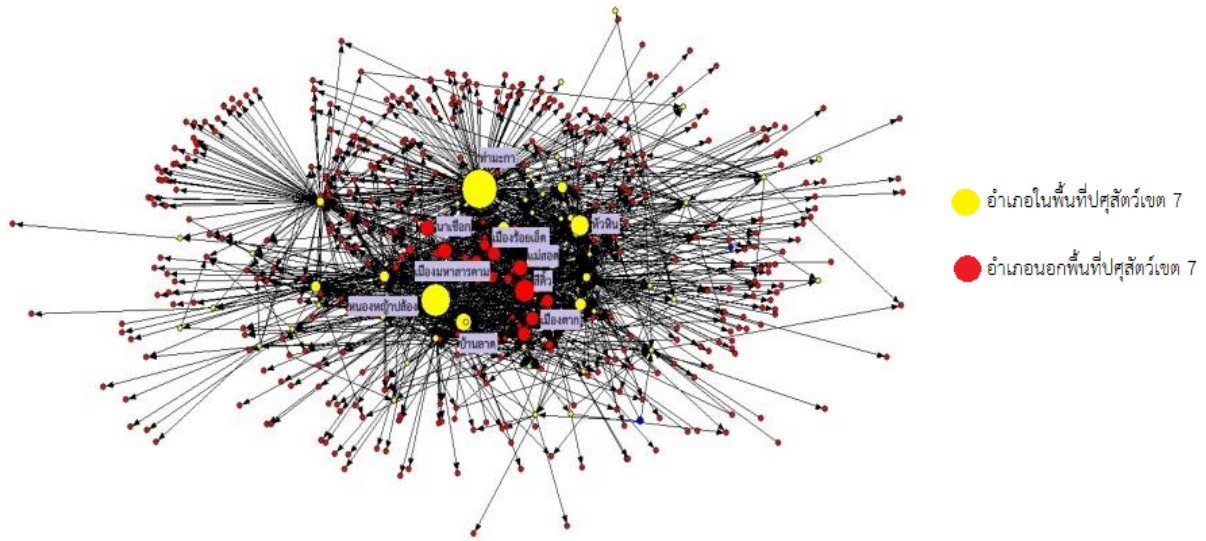
**ตารางที่ 2** ค่า degree centrality 10 อันดับแรก ของเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2558 และ 2559

อันดับที่	degree centrality							
	2558		2559		2558		2559	
	อำเภอ	in-degree	อำเภอ	in-degree	อำเภอ	out-degree	อำเภอ	out-degree
1	เมืองนครพนม	1,783	เมืองนครพนม	2,079	ท่ามะกา	2,402	บ้านลาด	4,267
2	เมืองเพชรบุรี	1,625	บ้านลาด	1,744	หนองหญ้าปล้อง	1,864	ท่ามะกา	2,781
3	เลาชวีญ	1,186	เมืองเพชรบุรี	1,593	สีคิ้ว	1,161	สีคิ้ว	920
4	บ้านลาด	1,156	คลองหลวง	1,356	หัวหิน	1,134	ทับสะแก	785
5	เชียงแสน	1,009	เขตหนองจอก	1,232	บ้านลาด	896	หนองบัว	687
6	ท่ายาง	814	เลาชวีญ	1,162	นาเชือก	750	นาเชือก	649
7	บ่อพลอย	742	บ้านโป่ง	577	แม่สอด	737	แก่งกระจาน	644
8	เวียงแก่น	586	บ่อพลอย	565	เมืองมหาสารคาม	691	แม่สอด	628
9	คลองหลวง	574	ท่ายาง	538	เมืองร้อยเอ็ด	645	เมืองร้อยเอ็ด	627
10	ปากท่อ	565	ตากใบ	486	เมืองตาก	588	เมืองมหาสารคาม	576

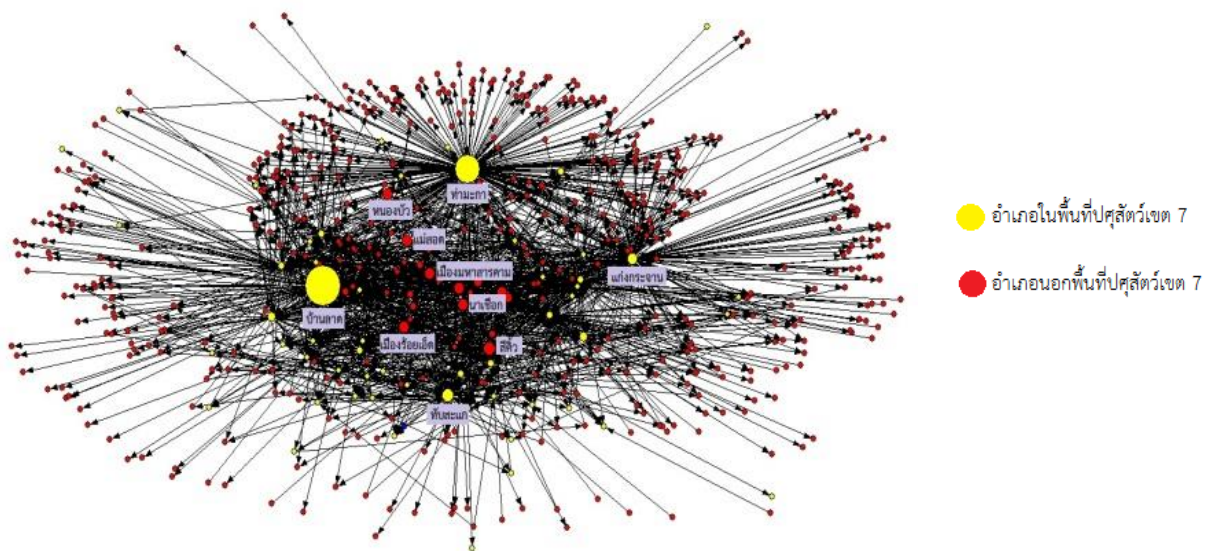
หากทำการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม โดยปรับขนาด node ตามค่า in-degree และ out-degree จะได้เครือข่ายที่แสดงดังภาพที่ 1 - 4 ซึ่งจะทำให้เห็นภาพของ node ที่มีความสำคัญในเครือข่ายชัดเจนมากยิ่งขึ้น







ภาพที่ 3 เครือข่ายการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2558  
ปรับขนาด node ตามค่า out-degree



ภาพที่ 4 เครือข่ายการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2559  
ปรับขนาด node ตามค่า out-degree

ค่า closeness ของเครือข่ายในปี พ.ศ.2558 และ 2559 มีค่าเฉลี่ยของ in-closeness เท่ากับ 0.327 และ 0.262 ค่า out-closeness เท่ากับ 0.797 และ 0.725 ตามลำดับ ค่า in-closeness มีค่าต่ำสุด 0.216 และ 0.179 สูงสุด 0.344 และ 0.272 ตามลำดับ ค่า out-closeness ต่ำสุด 0.216 และ 0.179 สูงสุด 1.847 และ 1.867 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดย node ในพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ที่มีค่า in-closeness สูงในปี พ.ศ.2558 ได้แก่ เมืองราชบุรี และทองพายุ ส่วนในปี พ.ศ.2559 ได้แก่ เมืองราชบุรี ปากท่อ พนมทวน บ้านแหลม และเขาย้อย สำหรับnode ที่มีค่า out-closeness สูงในปี พ.ศ.2558 ได้แก่ ท่ามะกา หนองหญ้าปล้อง และกำแพงแสน ส่วนปี พ.ศ.2559 ได้แก่ ท่ามะกา และทับสะแก (ไม่ได้แสดงผลในตาราง)



ค่า betweenness ของเครือข่ายในปี พ.ศ.2558 และ 2559 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 353.95 และ 403.17 ตามลำดับ โดยมีค่าต่ำสุดคือ 0 ทั้งสองปี และสูงสุดคือ 23,131 และ 28,917 (ตารางที่ 1) โดย node ที่มีค่า betweenness สูงทั้งสองปีต่อเนื่องกัน ได้แก่ กำแพงแสน ท่ามะกา นครชัยศรี บ้านโป่ง บ้านลาด และ เมืองนครปฐม (ไม่ได้แสดงผลในตาราง)

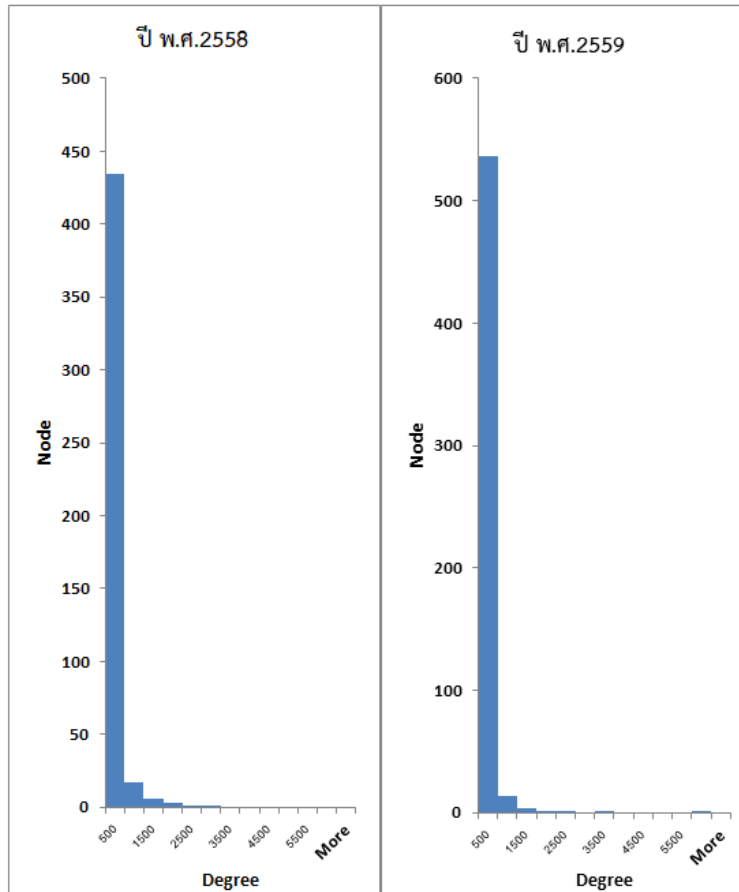
#### **การวิเคราะห์ข้อมูลระดับกลุ่มย่อย**

เครือข่ายในปี พ.ศ.2558 และ 2559 ประกอบด้วย weak component เพียง 1 component ซึ่งมีจำนวนสมาชิกเท่ากับ node ทั้งหมดในเครือข่าย คือ 462 และ 558 node ตามลำดับ และหากพิจารณาส่วนของ strong component พบว่ามีเพียง 1 component เช่นกัน โดยมีขนาด 118 และ 140 node คิดเป็นร้อยละ 25.5 และ 25.1 ของจำนวน node ทั้งหมด ตามลำดับ

cut-point สำหรับเครือข่ายปี พ.ศ.2558 มีทั้งหมด 6 node ได้แก่ กำแพงแสน ท่ามะกา บ้านโป่ง เลาช่วญ คุยบุรี และพระนครศรีอยุธยา ส่วนในปี พ.ศ.2559 มีทั้งหมด 7 node ได้แก่ กำแพงแสน ท่ามะกา บ่อพลอย ห้วยกระเจา เมืองประจวบคีรีขันธ์ คุยบุรี และปากช่อง ซึ่ง node ที่เป็นทั้ง cut-point และมีค่า betweenness สูงด้วย ในปี พ.ศ.2558 ได้แก่ กำแพงแสน ท่ามะกา และบ้านโป่ง ส่วนในปี พ.ศ.2559 ได้แก่ กำแพงแสน และท่ามะกา

#### **การวิเคราะห์ข้อมูลระดับเครือข่าย**

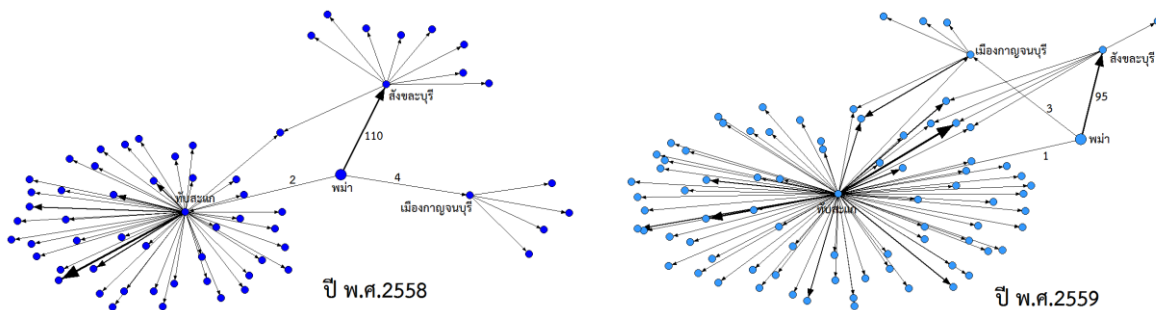
ความหนาแน่นของเครือข่าย (density) ซึ่งบ่งบอกถึงจำนวนความสัมพันธ์ของคู่ของ node เมื่อเทียบกับจำนวนความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งจะสะท้อนถึงประสิทธิภาพในการส่งต่อข้อมูลข่าวสาร ในปี พ.ศ.2558 มีค่าเป็น 0.0919 หรือ 9.19 % โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.8069 และปี 2559 มีค่าเป็น 0.0680 หรือ 6.8 % โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.9744 ค่า clustering coefficient ซึ่งวัดการเกาะกลุ่มกันของเครือข่าย ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 มีค่า 0.297 และ 0.395 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำ สอดคล้องกับค่า density ที่มีค่าต่ำเช่นกัน ทำให้พิจารณาได้ว่าเครือข่ายนี้มีโครงสร้างการเชื่อมต่อของเครือข่าย (network topology) ไปในทิศทางของ random network แต่เมื่อวิเคราะห์ในส่วนของ average path length ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของเส้นทางที่สั้นที่สุด (shortest path length) ที่เชื่อมต่อระหว่างทุก 2 หน่วยย่อยในเครือข่าย บ่งบอกถึงระยะทางในการติดต่อระหว่างหน่วยย่อยในเครือข่ายนั้นมีค่า 3.355 และ 3.360 ประกอบกับเมื่อพิจารณาการกระจายตัวของค่าความสัมพันธ์ หรือ degree centrality ของแต่ละ node ในเครือข่าย พบว่ามีการกระจายตัวแบบ right skewed distribution (ภาพที่ 5) คือ มี node จำนวนมากที่มีความสัมพันธ์กับ node อื่นน้อย แต่มีเพียงบาง node เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับ node อื่นในเครือข่ายเป็นจำนวนมาก node ที่มีการเชื่อมโยงสูงนี้จะเรียกว่า hub เชื่อมโยงกับ node อื่นๆ ในเครือข่ายเข้าด้วยกัน ซึ่งอำเภอที่เป็น hub ที่สำคัญต่อเนื่องกันทั้งสองปี ได้แก่ ท่ามะกา และบ้านลาด จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่าเครือข่ายการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์ เขต 7 ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 มีลักษณะเป็นแบบ scale free network



ภาพที่ 5 Degree distribution ของเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์ เขต 7 ในปี พ.ศ.2558 และ 2559

### การเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าจากต่างประเทศ

มีการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าจากประเทศพม่าในปี พ.ศ.2558 และ 2559 จำนวน 116 และ 99 ครั้ง ซึ่งปลายทางคือ สังขละบุรี เมืองกาญจนบุรี และทับสะแก โดยอำเภอที่มีการเคลื่อนย้ายเข้ามากที่สุดคือ สังขละบุรี จำนวน 110 และ 95 ครั้ง (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 เครือข่ายการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าจากประเทศพม่าในปี พ.ศ.2558 และ 2559

## สรุปและวิจารณ์

เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 พบว่า network centralization ของ in-degree มีค่าน้อยกว่าของ out-degree ทั้งสองปี แสดงให้เห็นว่าในภาพรวมของเครือข่าย node ต่างๆ มีโอกาสในการแพร่โรคมามากกว่ารับโรค โดยอำเภอในพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ที่มีค่า in-degree สูงสองปีต่อเนื่องกัน คือ เมืองเพชรบุรี เลาช่วญ บ้านลาด ท่ายาง และบ่อพลอย ซึ่งกรณีที่มีการเกิดโรครุนแรงในเครือข่ายจะมีโอกาสในการรับโรคสูง ในส่วนของอำเภอที่มีค่า out-degree สูงต่อเนื่องทั้งสองปี คือ ท่ามะกา สีคิ้ว บ้านลาด นาเชือก แม่สอด เมืองมหาสารคาม และเมืองร้อยเอ็ด ซึ่งจะเป็นตัวที่แพร่กระจายโรคให้กับพื้นที่อื่นๆ กรณีที่มีการเกิดโรครุนแรงในเครือข่าย สอดคล้องกับการศึกษาของ Lockhart *et al.* (2010) ที่พบว่ากลุ่มธุรกิจอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งผลิตอาหารสัตว์ออกสู่ตลาดมีค่า out-degree สูง ซึ่ง node ใดที่มีค่า out-degree สูงแสดงว่าเป็น node ที่มีความสำคัญสูงในการแพร่กระจายโรคหาก node เหล่านี้เกิดการติดเชื้อ node อื่นๆ ที่ติดต่อกับ node เหล่านี้จะมีโอกาสติดเชื้อด้วย ซึ่งสำคัญต่อการเฝ้าระวังและการควบคุมโรค (Christley *et al.*, 2005) สำหรับ node ที่มีทั้งค่า in-degree และ out-degree สูงทั้งสองค่า ติดต่อกันสองปี คือ บ้านลาด ซึ่งมีทั้งโอกาสในการรับโรคเข้าสู่พื้นที่ และแพร่กระจายโรคไปยังพื้นที่อื่นสูง ดังนั้นจึงเป็นอำเภอที่ควรมีการเฝ้าระวังโรคอย่างเข้มข้น

สำหรับ node ที่มีค่า betweenness สูงทั้งสองปีต่อเนื่องกัน ได้แก่ กำแพงแสน ท่ามะกา นครชัยศรี บ้านโป่ง บ้านลาด และเมืองนครปฐม ซึ่งเป็น node ที่สำคัญในการแพร่กระจายโรค และมีบทบาทในการควบคุมการติดต่อเชื่อมโยงบนเครือข่าย เนื่องจากเป็นเหมือนตัวเชื่อมต่อของ node ต่างๆ ในเครือข่าย ดังนั้นกรณีที่มีการเกิดโรครุนแรงในเครือข่าย หากตัด node ที่มีค่า betweenness สูงนี้ไปอาจทำให้เครือข่ายแตกออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ซึ่งง่ายต่อการยับยั้งการแพร่กระจายโรค (Wey *et al.*, 2008)

เนื่องจากเครือข่ายนี้มี weak component เพียง 1 component กรณีที่มีการเกิดโรครุนแรงในเครือข่าย หากเกิดใน weak component ซึ่งยังไม่เข้า strong component สิ่งที่ต้องรีบดำเนินการคือ จัดการที่ cut-point เช่น การทำลายสัตว์ทั้งหมดในฟาร์ม ให้ฟาร์มหยุดดำเนินการ หรือจัดการที่ bridges เช่น ห้ามการเคลื่อนย้ายสัตว์จากฟาร์มที่เป็น cut-point ไปยังฟาร์มอื่น ทั้งนี้เพื่อให้ component แยกออกจากกัน ลดขนาดหรือความรุนแรงของการระบาด ทำให้สามารถควบคุมโรคได้ง่ายขึ้น ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า กำแพงแสนและท่ามะกาเป็นอำเภอที่เป็น cut-point ต่อเนื่องกันทั้งสองปี และยังมีค่า betweenness สูงอีกด้วย

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของเครือข่าย (density) ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 มีค่าเพียง 0.0919 และ 0.0680 ซึ่งถือว่าเครือข่ายเกาะกลุ่มกันอย่างไม่หนาแน่น บ่งชี้ถึงการแพร่กระจายของโรคมิมีโอกาสเกิดขึ้นได้ไม่มากนัก ซึ่ง Hanneman and Riddle (2005) กล่าวว่ากรณีที่ค่า density สูงเครือข่ายยิ่งยึดติดกันแน่น ค่า density มีค่าได้ตั้งแต่ 0-1 ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง เครือข่ายเชื่อมโยงกันน้อย ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึง เครือข่ายมีการเชื่อมโยงกันอย่างหนาแน่น (Martinez-Lopez *et al.*, 2009)

จากการที่เครือข่ายนี้เป็นเครือข่ายแบบ scale free หากนำ node ออกไปจากเครือข่ายแบบสุ่ม เครือข่ายก็จะยังคงอยู่ได้ แต่ถ้านำ node ที่เป็น hub ออกไปจากเครือข่าย จะทำให้โครงสร้างของเครือข่ายเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามเครือข่ายก็จะยังคงอยู่ได้ โดยจะมี hub อื่นหรือ node อื่นๆ ปรับสภาพมาทำหน้าที่แทน hub เดิม ดังนั้นหากพิจารณาในแง่ของการเกิดโรครุนแรง การควบคุมโรคหรือการวาง

มาตรการในการป้องกันโรคควรมุ่งเน้นไปที่ hub เป็นอันดับแรกจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเฉพาะ hub ที่เป็น cut point ซึ่งในปี พ.ศ.2558 คือ ท่ามะกา และเลาขวัญ และในปี พ.ศ.2559 คือ ท่ามะกา และบ่อพลอย และหากพิจารณาในแง่ของการส่งข้อมูลข่าวสาร ควรทำการกระจายข้อมูลข่าวสารจาก node ที่เป็น hub จะทำให้เครือข่ายได้รับข้อมูลข่าวสารรวดเร็วที่สุด ซึ่ง hub หลักของเครือข่ายที่เป็นต่อเนื่องทั้งสองปี ได้แก่ ท่ามะกา และบ้านลาด ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากพารามิเตอร์ต่างๆ ในภาพรวมสรุปได้ว่า node ที่มีอิทธิพลมากที่สุดในการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ.2558 และ 2559 ได้แก่ ท่ามะกา และบ้านลาด เนื่องจากมีทั้งค่า degree และ betweenness สูง อีกทั้งท่ามะกายังทำหน้าที่เป็น cut point ของเครือข่ายอีกด้วย

การเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าจากประเทศพม่าปลายทางคือ สังขละบุรี เมืองกาญจนบุรี และทับสะแก ซึ่งอำเภอเหล่านี้ก็มีการเคลื่อนย้ายโคเนื้อไปยังพื้นที่อื่นๆ ดังนั้นกรณีที่มีการเกิดโรคในประเทศพม่า จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวังเชิงรุกในพื้นที่ 3 อำเภอนี้เป็นพิเศษ โดยเฉพาะสังขละบุรี เนื่องจากเป็นอำเภอที่มีการเคลื่อนย้ายเข้ามามากที่สุด เพื่อไม่ให้โรคเข้าสู่ประเทศไทยและแพร่ระบาดต่อไปในประเทศได้

#### **ข้อเสนอแนะ**

จากผลการศึกษาเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโคเนื้อเข้าและออกพื้นที่ปศุสัตว์เขต 7 ในปี พ.ศ. 2558 และ 2559 ซึ่งให้เห็นว่าเครือข่ายจะมีการเกาะกลุ่มกันหลวมๆ มีเพียงบางอำเภอเท่านั้นที่มีความเชื่อมโยงกับอำเภออื่นในเครือข่ายเป็นจำนวนมาก ซึ่งหากเกิดโรคที่อำเภอดังกล่าว โรคจะสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการเฝ้าระวัง และควบคุมโรค จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวังเชิงรุกในอำเภอนั้นๆ มากเป็นพิเศษ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการควบคุมโรคมากที่สุด ในทางกลับกันในสภาวะปกติ อำเภอนั้นก็สามารถเป็นผู้ที่แพร่กระจายข้อมูลข่าวสารให้เกษตรกรในพื้นที่อื่นรับทราบได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการส่งต่อความรู้เรื่องโรค และประชาสัมพันธ์กิจกรรมต่างๆ ของกรมปศุสัตว์ได้เป็นอย่างดี

#### **กิตติกรรมประกาศ**

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาสัตวแพทยศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และอนุเคราะห์โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ เจ้าหน้าที่ส่วนสุขภาพสัตว์ สำนักงานปศุสัตว์เขต 7 ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา จนงานวิจัยสำเร็จจุล่งไปได้ด้วยดี

#### **เอกสารอ้างอิง**

- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. 2560. ข้อมูลเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อรายเขตปศุสัตว์ ปีงบประมาณ 2558. แหล่งที่มา <http://ict.dld.go.th/th2/index.php/th/report/447-report-thailand-livestock/reportservey2558-1/870-report-survey58-1>. 7 มิถุนายน 2560
- สำนักควบคุม ป้องกันและบำบัดโรคสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2560. สรุปรายงานโรคระบาดสัตว์ประจำปี 2560. 12 หน้า.
- Borgatti, S.P., M.G. Everett and L.C. Freeman. 2002. Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Borgatti, S.P., M.G. Everett and J.C. Johnson. 2013. Analyzing Social Networks. SAGE Publications Ltd, London.

- Christley, R.M., G.L. Pinchbeck, R.G. Bowers, D. Clancy, N.P. French, R. Bennett and J. Turner. 2005. Infection in social networks: Using network analysis to identify high-risk individuals. *American Journal of Epidemiology* 162 (10): 1024-1031.
- Hanneman, R. A. and M. Riddle. 2005. *Introduction to Social Network Methods*. Riverside, CA: University of California, Riverside. Available Source: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>, October 10, 2015.
- Khengwa, C., P. Jongchansittoe, P. Sedwisai and A. Wiratsudakul. 2015. A traditional cattle trade network in Tak province, Thailand and its potential in the spread of infectious diseases. *Animal Production Science*. doi.10.1071/AN15043.
- Lockhart, C. Y., M. A. Stevenson, T. G. Rawdon and N.P. French. 2010. Patterns of contact within the New Zealand poultry industry. *Preventive Veterinary Medicine* 95 (3-4): 258-266.
- Martinez-Lopez, B., A.M. Perez and J.M. Sanchez-Vizcaino. 2009. Social network analysis. Review of general concepts and use in preventive veterinary medicine. *Transboundary and Emerging Diseases*. 56: 109-120.
- Noopataya, S., S. Thongratsakul and C. Poolkhet. 2015. Social network analysis of cattle movement in Sukhothai province, Thailand: a study to improve control measurements. Hindawi Publishing Corporation *Veterinary Medicine International*. doi.10.1155/2015/587252
- Ortiz-Pelaez, A., D.U. Pfeiffer, R.J. Soares-Magalhaes and F.J. Guitian. 2006. Use of social network analysis to characterize the pattern of animal movements in the initial phases of the 2001 foot and mouth disease (FMD) epidemic in the UK. *Preventive Veterinary Medicine*. 76 (1-2): 40-55.
- Poolkhet, C., P. Chairatanayuth, S. Thongratsakul, S. Kasemsuwan and T. Rukkwamsuk. 2013. Social network analysis used to assess the relationship between the spread of avian influenza and movement patterns of backyard chickens in Ratchaburi, Thailand. *Research in Veterinary Science*. 95: 82-86.
- Shirley, M.D.F. and S.P. Rushton. 2005. Where diseases and networks collide: lessons to be learnt from a study of the 2001 foot-and-mouth disease epidemic. *Epidemiology and Infection*. 133: 1023-1032.
- Wey, T., D.T. Blumstein, W. Shen and F. Jordán. 2008. Social network analysis of animal behaviour: a promising tool for the study of sociality. *Animal Behavior*. 75: 333-344.