เอกสารวิชาการ

เรื่องที่ 1

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมการเคลื่อนย้ายสุกรของจังหวัดน่าน

Social Network Analysis of Pig Movement in Nan

(แก้ไขตามมติคณะกรรมการฯ ครั้งที่ 7/2564 เมื่อวันที่1 มิถุนายน 2564)

โดย

สุปรียา พรมศิลา

อนุรักษ์ ม่วงทิม

เลขทะเบียนวิชาการ	**เลขที่ 63(2)-0120-010**
สถานที่ดำเนินการ	**ด่านกักกันสัตว์น่าน**
ระยะเวลาดำเนินการ	**มกราคม 2560-ธันวาคม 2562**
การเผยแพร่ เว็บไซต์	**กองสารวัตรและกักกัน**
	http://aqi.dld.go.th

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรของจังหวัดน่าน

นางสุปรียา พรมศิลา[1] นายอนุรักษ์ ม่วงทิม[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม โดยใช้ฐานข้อมูลการออกใบอนุญาตเคลื่อนย้ายสัตว์เข้า-ออกจังหวัดน่านผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) ของกรมปศุสัตว์ ในปี 2559-2561 กำหนดหน่วยการศึกษา (unit of interest) เป็นพื้นที่อำเภอต้นทางและปลายทางและกำหนดให้การเคลื่อนย้ายสัตว์ตามใบอนุญาตจากฐานข้อมูล e-movement เป็นเส้นความสัมพันธ์ (tie) ผลการศึกษาพบว่าในปี พ.ศ. 2559-2561 มีจำนวนการเคลื่อนย้ายสุกรมีชีวิตเข้า-ออกจังหวัดน่าน รวมจำนวน 5,705 ครั้ง จำนวนสัตว์ทั้งสิ้น 346,565 ตัว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเข้าโรงฆ่าเป็นสัดส่วนมากที่สุด การวิเคราะห์เครือข่ายระดับหน่วยย่อย (analysis of individual node) มีจำนวน node ที่นำมาวิเคราะห์ จำนวน 92, 97 และ 87 nodes ตามลำดับและมีเส้นความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่าง node จำนวน 145, 143 และ 128 ties ตามลำดับ เป็นลักษณะเครือข่ายแบบมีทิศทาง (directed network) การวิเคราะห์ข้อมูลระดับเครือข่าย (analysis of a whole network) พบว่า มีโครงร่างเครือข่าย (network topology) เป็นแบบ random ลักษณะเป็นแบบ scale free network มีเพียงบาง node เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับ node อื่นในเครือข่ายเป็นจำนวนมาก เมื่อพิจารณาค่าความเป็นศูนย์กลางในภาพรวมของทั้งเครือข่าย (network centralization) พบว่า network centralization ของ out-degree ซึ่งน้อยกว่าของ in-degree แสดงให้เห็นว่าในภาพรวมของเครือข่าย node ต่าง ๆ มีโอกาสรับมากกว่าส่งออกเล็กน้อย หรือหากมองในแง่ของการแพร่ระบาดของโรค เครือข่ายนี้มีแนวโน้มในการรับโรคที่สามารถติดต่อผ่านการเคลื่อนย้ายสุกรมากกว่าแพร่โรค ดังนั้นในแง่ของการเกิดโรคระบาด การควบคุมโรคหรือการวางมาตรการในการป้องกันโรคควรมุ่งเน้นไปที่ node ที่เป็น cut point และมีค่า betweeness สูงเป็นอันดับแรกได้แก่อำเภอเวียงสา, เมืองน่าน และภูเพียง จะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

คำสำคัญ: วิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม เคลื่อนย้ายสุกร จังหวัดน่าน

ทะเบียนวิชาการเลขที่ 63(2)-0120-010

[1]ด่านกักกันสัตว์น่าน กองสารวัตรและกักกัน กรมปศุสัตว์

[2]ด่านกักกันสัตว์กาญจนบุรี กองสารวัตรและกักกัน กรมปศุสัตว์

Social Network Analysis of Pig Movement in Nan

Supreeya Promsila [1] Anurak muangtim [2]

Abstract

This study is social network analysis of lived pig movements ingoing and outgoing from Nan province in 2016-2018 based on electronic movement data of Department of Livestock Development .A network analysis was considering Amphur as node and movements of lived pig as Tie. The movement data was calculated by social network analysis program, Ucinet 6. In 2016-2018 the total movements ingoing and outgoing from Nan province were 5,705 times, the total number of lived pig were 346,565 pigs. The most movements were ship to slaughterhouse. The results show that in 2016-2018 the network has 92 nodes with 145 ties, 97 nodes with 143 ties and 87 nodes with 128 ties, respectively. Analysis of a whole network, the network density and clustering coefficient were low that showed network has random pattern. The network centralization of out-degree was lower than in-degree so each node had probability of infected of disease more than spreading. Disease control or disease prevention measures should focus on the node that is the cut point of network and has the highest betweeness values, namely Wiang Sa, Muang, Nan and Phu Phueang.

Keyword: Social network analysis, pig movement, Nan

Registered no: 63(2)-0120-010

[1]Nan animal Quarantine Station, Division of veterinary inspection and Quarantine, Department of Livestock Development

[2]Kanjanaburee animal Quarantine Station, Division of veterinary inspection and Quarantine, Department of Livestock Development

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรของจังหวัดน่าน

บทนำ

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคม คือการหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยย่อย (unit of interest) หรือ node และ ties อันได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง node ในเครือข่าย การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมมีประโยชน์สำคัญ คือ สามารถศึกษาความสัมพันธ์ที่มีสองทิศทางได้ เช่น การติดต่อระหว่างบุคคล การค้า หรือการเคลื่อนย้ายสัตว์ โดยนำเสนอความสัมพันธ์ของสมาชิกในเครือข่าย ในรูปแบบของทฤษฎีกราฟ (graph theory) ซึ่งนอกจากจะช่วยอธิบายลักษณะของแต่ละ node ลักษณะของเครือข่าย และระบุ component ที่สำคัญของเครือข่ายได้แล้วยังสามารถวัดรูปแบบของการติดต่อ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเครือข่ายได้อีกด้วย (Martinez-Lopez *et al.,* 2009) ซึ่งได้ถูกนำไปอธิบายรูปแบบของการเกิดโรคระบาด ทั้งในสัตว์และมนุษย์ เป็นจำนวนมากในต่างประเทศ ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Ortiz-Pelaez et al. (2006) ได้นำข้อมูลการเคลื่อนย้ายโคและแกะในช่วงแรกของการระบาดของโรคปากและเท้าเปื่อยในสหราชอาณาจักร เมื่อปี ค.ศ.2001 มาวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมเพื่อหา node สำคัญที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรค ในประเทศอิตาลี ได้มีการศึกษารูปแบบการเคลื่อนย้ายสัตว์เชิงพรรณนาจากฐานข้อมูลและนำไปใช้ในแบบจำลองสถานการณ์การระบาดของโรค FMD พบว่าการเลือกพื้นที่ในการควบคุมโรคกรณีเกิดโรคระบาดโดยใช้ค่า degree ในแต่ละ Node ของเครือข่าย ซึ่งมีประสิทธิภาพที่สุดในการควบคุมโรค (Natale et al., 2009) ในสวีเดน มีการศึกษาเครือข่ายการเคลื่อนย้ายโค กระบือและสุกร เพื่อประเมินมาตรการเฝ้าระวังและควบคุมโรค โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายเดือนและรายปี พบว่ารูปแบบของการเคลื่อนย้ายในโคแปรผันตามฤดูกาล มีการเคลื่อนย้ายสูงในช่วงฤดูใบไม้ผลิ และฤดูใบไม้ร่วง ซึ่งรูปแบบนี้ไม่พบในการเคลื่อนย้ายสุกร (Nöremark et al., 2011) ในแคนาดา มีการศึกษาการเคลื่อนย้ายสุกรของฟาร์มในรัฐออนตาริโอ เพื่ออธิบายรูปแบบการแพร่ระบาดของโรคและการจัดการปัจจัยเสี่ยงการเกิดโรค (Dorjee et al., 2013) และการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกร โค และกระบือ แขวงไชยบุรี สาธารณรัฐประชาชนลาว (Poolkhet et al., 2019) สำหรับงานวิจัยในประเทศไทย มีการศึกษาเครือข่ายของการเคลื่อนย้ายสัตว์ เพื่ออธิบายการเกิดโรคและการแพร่กระจายของโรค เช่น การศึกษารูปแบบการเคลื่อนย้าย และการค้าไก่หลังบ้านในจังหวัดราชบุรี (Poolkhet et al., 2013) เพื่อหาผู้ที่มีบทบาทที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรค ไข้หวัดนก นอกจากสัตว์ปีกแล้วยังมีการศึกษาวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายโค กระบือ ในจังหวัดตาก (Khengwa et al., 2015) และจังหวัดสุโขทัย (Noopataya et al., 2015) สำหรับการศึกษาเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่านนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบลักษณะรูปแบบของเครือข่ายการเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปเป็นพื้นฐานในการวางมาตรการในการเฝ้าระวังและควบคุมโรคระบาดที่สำคัญต่อไป

วิธีการศึกษา

ประชากร/ตัวอย่างที่ทำการศึกษา

เป็นการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลการออกใบอนุญาตเคลื่อนย้ายสัตว์เข้า-ออกจังหวัดน่านจากระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) ของกรมปศุสัตว์ ในปี 2559-2561 ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีรายละเอียดต้นทาง ปลายทาง ชนิดสัตว์และวัตถุประสงค์การเคลื่อนย้าย การศึกษานี้กำหนดหน่วยการศึกษา (unit of interest) เป็นพื้นที่อำเภอต้นทางและปลายทางและกำหนดให้การเคลื่อนย้ายสัตว์ตามใบอนุญาตจากฐานข้อมูล e-movement เป็นเส้นความสัมพันธ์ (tie) ซึ่งการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยกำหนดชนิดสัตว์ เป็น สุกร และพื้นที่ต้นทางและปลายทาง เป็นจังหวัดน่าน ในระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2559 ถึง 31 ธันวาคม 2561

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเครือข่ายทางสังคมโดยใช้ โปรแกรม Ucinet 6 โดยวิเคราะห์ข้อมูล 3 ระดับ คือ ระดับหน่วยย่อย (analysis of individual node) ระดับกลุ่มย่อย (analysis of sub-graph) และระดับเครือข่าย (analysis of whole network) พร้อมทั้งพิจารณาโครงร่างการเชื่อมต่อของเครือข่าย (network topology)

อธิบายคำศัพท์

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 ในเครือข่ายในแง่ของการรับเข้า

out-closeness คือ ค่าที่ใช้บอกความใกล้ชิดระหว่าง node ที่วัดกับ node อื่นๆ ทุก node ในเครือข่ายในแง่ของการส่งออก

betweenness คือ ค่าของการเป็นตัวผ่านของแต่ละ node ใช้เพื่อดูว่าแต่ละ node มีโอกาสที่ node อื่นๆ ในเครือข่ายจะเดินทางผ่านมากน้อยเพียงใด

weak component คือ ทุก node ใน component สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้โดยไม่สนใจทิศทางของการเชื่อมโยงหรือไม่สนใจหัวลูกศร

giant weak component คือ weak component ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในเครือข่าย

strong component คือ ทุก node ใน component สามารถเชื่อมโยงถึงกันได้โดยสนใจทิศทางของการเชื่อมโยงหรือทิศทางของลูกศร หรือระหว่าง node ใน component สามารถไปหากันได้ ทั้งไปและกลับ

giant strong component คือ strong component ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในเครือข่าย

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 เป็นการวิเคราะห์ผ่านหน่วยย่อยที่สัมพันธ์ใกล้ชิดกับหน่วยย่อยหลัก ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าทุก ๆ หน่วยย่อยติดต่อโดยตรงกับหน่วยย่อยอื่นๆ ในเครือข่าย แต่ถ้ามีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าไม่มีการติดต่อระหว่างหน่วยย่อยในเครือข่าย

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไป

จากข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจากจังหวัดน่าน ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2561 พบว่า มีจำนวนการเคลื่อนย้ายสุกรมีชีวิตจำนวน 5,705 ครั้ง จำนวนสัตว์ทั้งสิ้น 346,565 ตัว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเข้าโรงฆ่าเป็นสัดส่วนมากที่สุด รายละเอียดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสถิติการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน แยกตามวัตถุประสงค์ ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2561

วัตถุประสงค์การเคลื่อนย้าย	ปี พ.ศ.	จำนวนสัตว์ (ตัว)	จำนวนการเคลื่อนย้าย (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ยจำนวนสัตว์ต่อการเคลื่อนย้าย	ค่ามัธยฐานจำนวนสัตว์ต่อการเคลื่อนย้าย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนสัตว์น้อยที่สุดต่อการเคลื่อนย้าย (ตัว)	จำนวนสัตว์มากที่สุดต่อการเคลื่อนย้าย (ตัว)
เข้าโรงฆ่า	2559	60597	1335	45	45	25.17	5	120
	2560	71988	1399	51	50	26.06	1	160
	2561	56856	1242	46	45	28.35	1	150
นำไปเลี้ยง	2559	1889	32	59	7.5	167.93	1	750
	2560	671	36	19	12	20.44	1	110
	2561	699	42	16	10	16.67	1	70
ไปจำหน่าย	2559	18455	498	37	40	18.16	1	100
	2560	9408	260	36	22	47.30	1	700
	2561	8009	221	36	22	25.99	1	120
ไปทำพันธุ์	2559	762	73	10	6	12.82	1	70
	2560	517	55	9	2	18.58	1	81
	2561	832	51	16	4	24.15	1	77

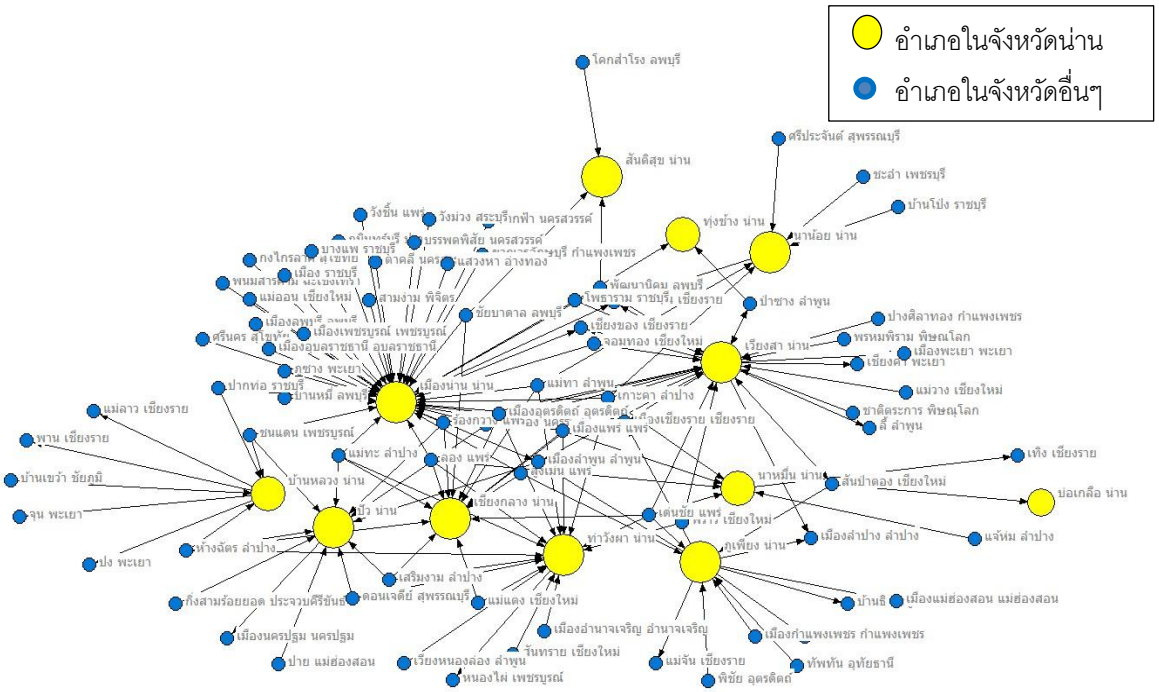
ตารางที่ 1 (ต่อ) ค่าสถิติการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน แยกตามวัตถุประสงค์ ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2561

วัตถุประสงค์การเคลื่อนย้าย	ปี พ.ศ.	จำนวนสัตว์ (ตัว)	จำนวนการเคลื่อนย้าย (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ยจำนวนสัตว์ต่อการเคลื่อนย้าย	ค่ามัธยฐานจำนวนสัตว์ต่อการเคลื่อนย้าย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวนสัตว์น้อยที่สุดต่อการเคลื่อนย้าย (ตัว)	จำนวนสัตว์มากที่สุดต่อการเคลื่อนย้าย (ตัว)
ไปเลี้ยงขุน	2559	37889	134	283	73	289.69	1	710
	2560	37334	158	236	56.5	252.82	1	820
	2561	40659	173	235	60	235.00	1	750
ผลรวม	2559	119592	2072					
	2560	119918	1908					
	2561	107055	1725					
รวมทั้งสิ้น		346565	5705					

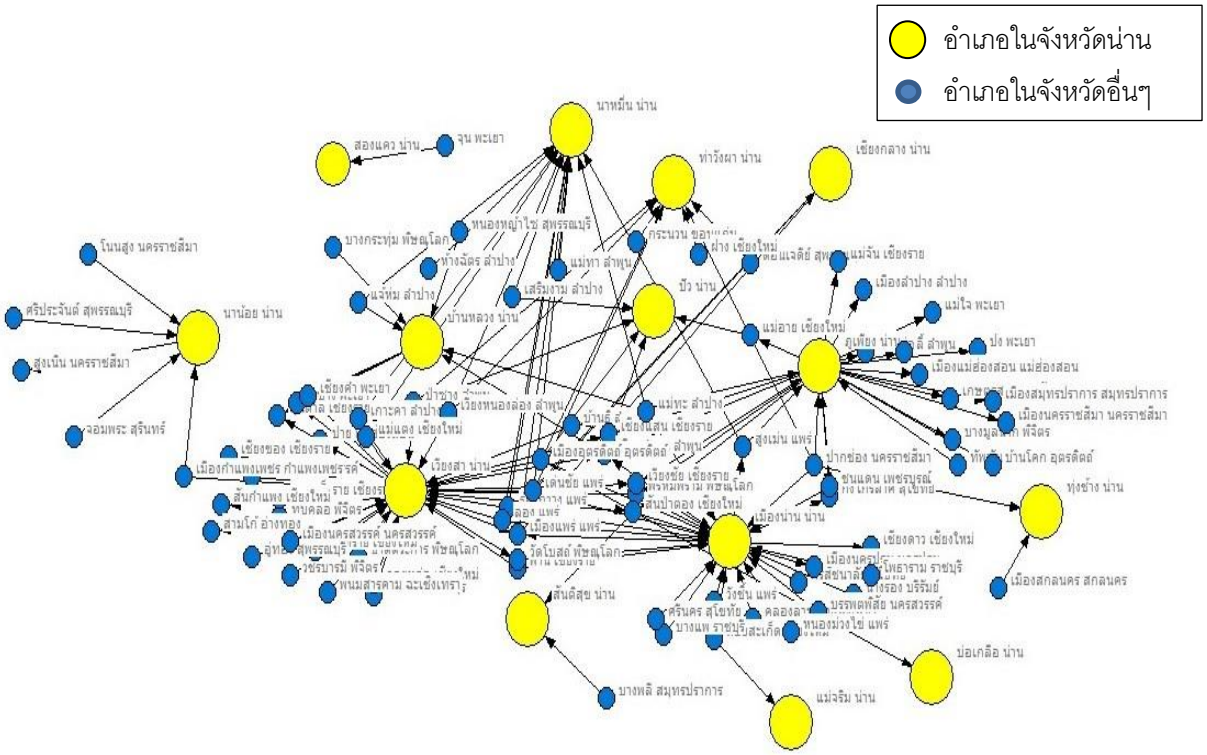
ที่มา : ระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) ของกรมปศุสัตว์

การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน

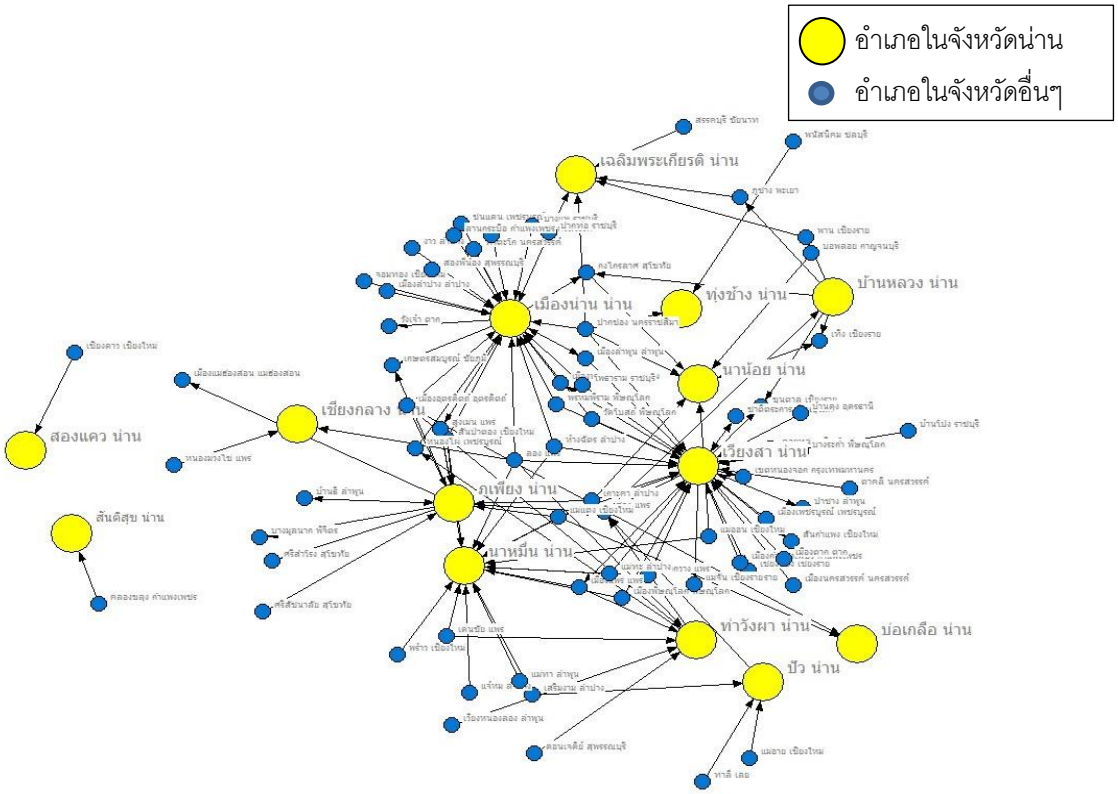
การวิเคราะห์ระดับหน่วยย่อย (analysis of individual node) ในปี 2559-2561 มีจำนวน node ที่นำมาวิเคราะห์ จำนวน 92, 97 และ 87 nodes ตามลำดับและมีเส้นความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่าง node จำนวน 145, 143 และ 128 ties ตามลำดับ เป็นลักษณะเครือข่ายแบบมีทิศทาง (directed network) ดังแสดงในภาพที่ 1-3 เมื่อการวัดความเป็นศูนย์กลางของเครือข่าย (Centrality) ของการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน พบว่า ในปี 2559-2561 มีค่าเฉลี่ยของ in-degree และ out-degree แต่ละปีมีค่าเท่ากัน คือ 22.52 , 19.67 และ19.87 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ in-closeness และ out-closeness แต่ละปีมีค่าเท่ากัน คือ 580.2 , 599.81 และ 605.5 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของ betweenness มีค่าเท่ากับ 36.48 ,41.56 และ 41.09 ตามลำดับ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2



ภาพที่ 1 แสดงเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน ปี 2559



ภาพที่ 2 แสดงเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน ปี 2560



ภาพที่ 3 แสดงเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน ปี 2561

ตารางที่ 2 แสดงค่า degree centrality, betweenness centrality,และ closeness centrality

ค่า node centrality	ค่าสถิติเชิงพรรณนา					
	ปี พ.ศ.	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าน้อยที่สุด	ค่ามากที่สุด
Out Degree	2559	22.52	2	81.26	0	581
	2560	19.67	1	79.81	0	635
	2561	19.87	2	77.32	0	574
In degree	2559	22.52	0	82.11	0	585
	2560	19.67	0	66.09	0	440
	2561	19.87	0	66.36	0	389
Out Closeness	2559	580.02	556	49.44	499	637
	2560	599.81	660	76.61	469	672
	2561	605.50	582	68.69	503	688
In Closeness	2559	580.02	637	86.26	92	376
	2560	599.81	672	85.84	449	672
	2561	605.50	688	108.35	397	688
Betweenness	2559	36.48	0	146.39	0	930.83
	2560	41.56	0	167.47	0	1018.96
	2561	41.09	0	132.78	0	848.10

โดย node ที่มีค่า in-degree สูงติดต่อกัน คือ อำเภอเมืองน่าน, เมืองแพร่, ท่าวังผา, นาหมื่น และเวียงสา ส่วน node ที่มีค่า out-degree สูงติดต่อกัน คือ อำเภอเมืองอุตรดิตถ์, เวียงสา ลอง และร้องกวาง เมื่อพิจารณาค่า betweenness พบว่า node ที่มีค่าสูงติดต่อกันคือ อำเภอเวียงสา, เมืองน่าน เมืองลำพูน และภูเพียง มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่า degree centrality และ betweenness centrality 5 อันดับแรกของเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน ปี 2559-2561

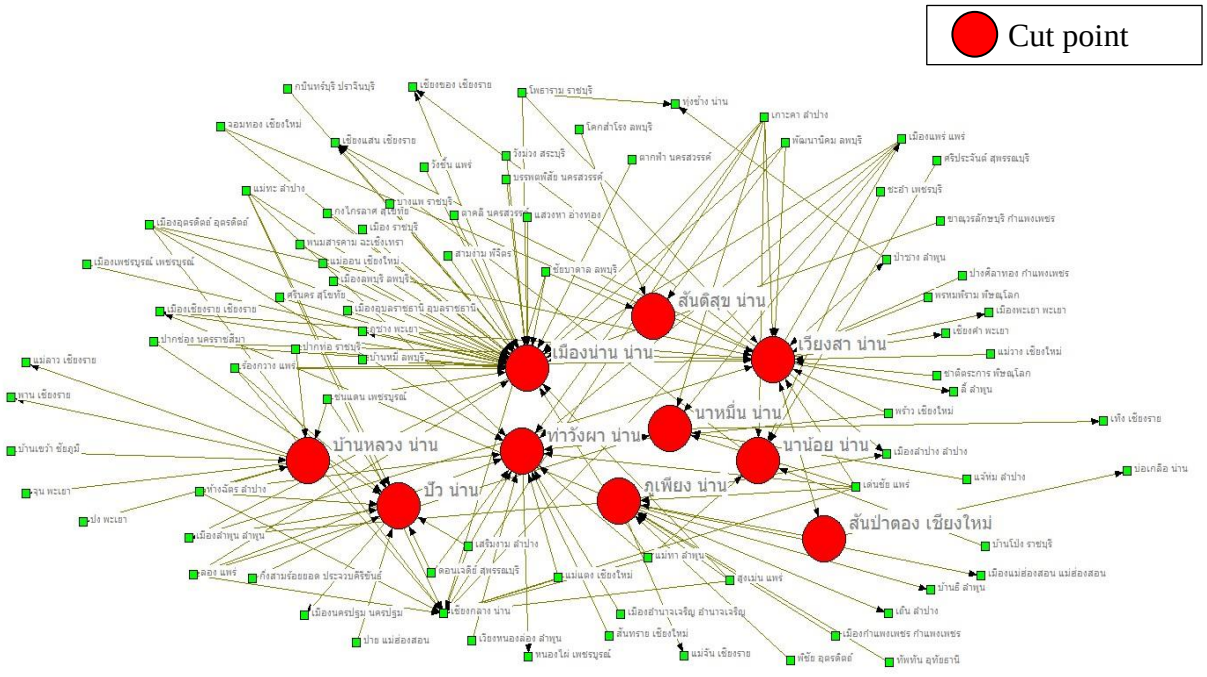
	ค่า in degree		ค่า out degree		ค่า betweenness
ปี 2559					
อ.เมืองน่าน จ.น่าน	585	อ.เวียงสา จ.น่าน	581	อ.เวียงสา จ.น่าน	930.83
อ.เมืองแพร่ จ.แพร่	367	อ. เมือง จ. อุตรดิตถ์	489	อ.เมืองน่าน จ.น่าน	730.83
อ.ท่าวังผา จ.น่าน	288	อ. ลอง จ. แพร่	184	อ. เมือง จ.ลำพูน	695
อ.เชียงกลาง จ.น่าน	250	อ. ร้องกวาง จ. แพร่	109	อ.ภูเพียง จ. น่าน	275.5
อ. ปัว จ.น่าน	124	อ.ห้างฉัตร จ. ลำปาง	87	อ.สันป่าตอง จ. เชียงใหม่	258
ปี 2560					
อ. เมืองน่าน จ.น่าน	440	อ.เวียงสา จ.น่าน	635	อ.เมืองน่าน จ.น่าน	1018.96
อ.เมือง จ.แพร่	328	อ. เมือง จ. อุตรดิตถ์	451	อ.เวียงสา จ.น่าน	933.97
อ. ท่าวังผา จ.น่าน	240	อ. ลอง จ. แพร่	159	อ.ภูเพียง จ.น่าน	696.57
อ.นาหมื่น จ.น่าน	224	อ.ภูเพียง จ.น่าน	81	อ.สูงเม่น จ.แพร่	578.25
อ.เวียงสา จ.น่าน	136	อ.ร้องกวาง จ. แพร่	66	อ. เมือง จ. ลำพูน	311.42
ปี 2561					
อ. เมืองน่าน จ.น่าน	389	อ. เมือง จ.อุตรดิตถ์	574	อ. เวียงสา จ.น่าน	848.1
อ. เมือง จ.แพร่	301	อ. เวียงสา จ.น่าน	441	อ.เมืองน่าน จ.น่าน	731.53
อ.นาหมื่น จ.น่าน	291	อ. ลอง จ.แพร่	84	อ.สอง จ. แพร่	293.97
อ.ท่าวังผา จ.น่าน	257	อ.เกาะคา จ. ลำปาง	82	อ.ภูเพียง จ.น่าน	267.73
อ.เวียงสา จ.น่าน	114	อ. เมืองน่าน จ.น่าน	56	อ.เมือง จ.ลำพูน	261.83

การวิเคราะห์กลุ่มย่อยของเครือข่าย (analysis of sub-graph) พบว่า เครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรฯ ปี 2559 ประกอบด้วย 1 component โดยเป็น giant weak component มีขนาดเท่ากับ 92 nodes คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวน node ทั้งหมด หากพิจารณาส่วนของ strong component พบว่ามีทั้งหมด 86 component โดยที่ giant strong component มีขนาด 7 nodes คิดเป็นเพียงร้อยละ 7.6 ของจำนวน node ทั้งหมด และ cut point ของเครือข่ายนี้มีจำนวน 10 nodes ได้แก่ อำเภอปัว, บ้านหลวง, นาน้อย,

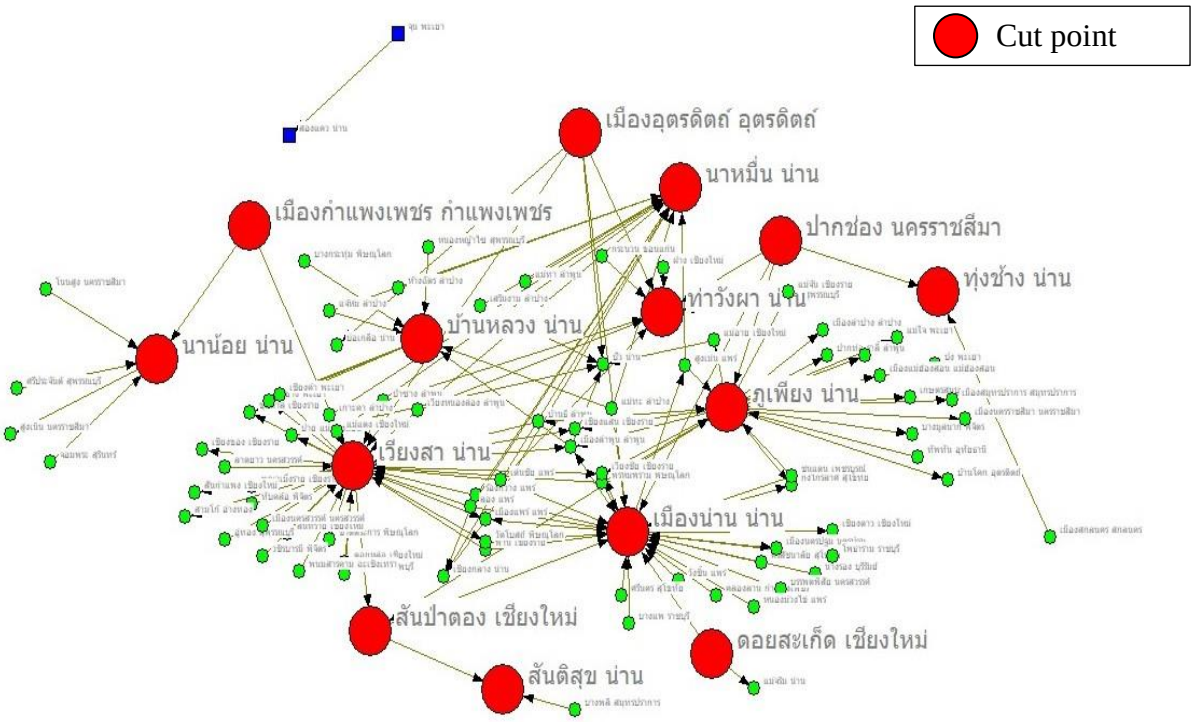
นาหมื่น, เวียงสา, เมืองน่าน, ภูเพียง, ท่าวังผา, สันติสุข จังหวัดน่านและอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 4

เครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรฯ ปี 2560 ประกอบด้วย 2 component โดยมี giant weak component มีขนาดเท่ากับ 95 คิดเป็นร้อยละ 97.9 ของจำนวน node ทั้งหมดตามลำดับ หากพิจารณาส่วนของ strong component พบว่ามีทั้งหมด 88 component โดยที่ giant strong component มีขนาด 10 nodes คิดเป็นเพียงร้อยละ 10.3 ของจำนวน node ทั้งหมด และ cut point ของเครือข่ายนี้มีจำนวน 14 nodes ได้แก่ อำเภอสันป่าตอง, ดอยสะเก็ด, ปากช่อง, เมืองอุตรดิตถ์, เมืองกำแพงเพชร, สันติสุข, บ้านหลวง, นาน้อย, นาหมื่น, เวียงสา, เมืองน่าน, ภูเพียง, ทุ่งช้าง และท่าวังผา ดังแสดงในภาพที่ 5

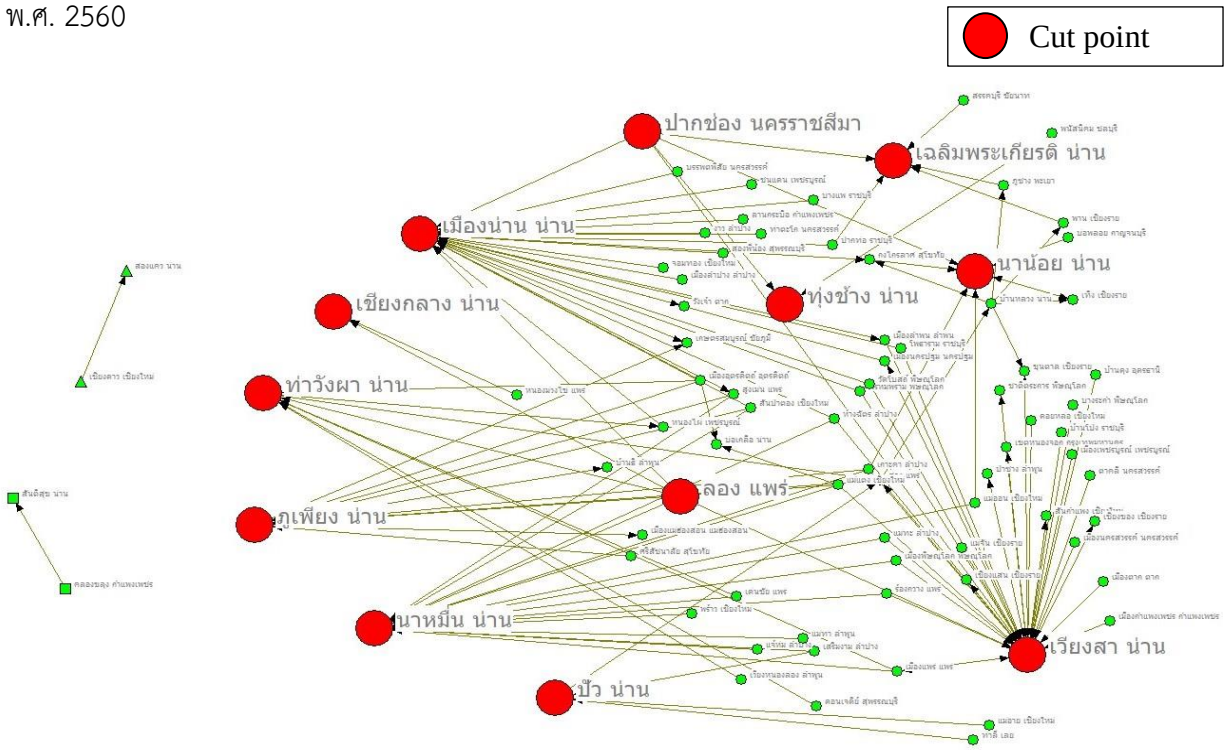
เครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรฯ ปี 2561 ประกอบด้วย 3 component โดยมี giant weak component มีขนาดเท่ากับ 83 คิดเป็นร้อยละ 95.4 ของจำนวน node ทั้งหมดตามลำดับ หากพิจารณาส่วนของ strong component พบว่ามีทั้งหมด 77 component โดยที่ giant strong component มีขนาด 9 nodes คิดเป็นเพียงร้อยละ 10.3 ของจำนวน node ทั้งหมด ซึ่ง giant strong component นี้อยู่ใน giant weak component และ cut point ของเครือข่ายนี้มีจำนวน 12 nodes ได้แก่ อำเภอลอง ปากช่อง, ปัว, เชียงกลาง, บ้านหลวง, ทุ่งช้าง, เฉลิมพระเกียรติ, นาหมื่น,เวียงสา, เมืองน่าน, ภูเพียง และท่าวังผา ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 4 แสดงจำนวน component และ cut point ของเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2559



ภาพที่ 5 แสดงจำนวน component และ cut point ของเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2560



ภาพที่ 6 แสดงจำนวน component และ cut point ของเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2561

การวิเคราะห์ข้อมูลระดับเครือข่าย (analysis of a whole network) ของเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรฯ ปี 2559 -2561 พบว่าความหนาแน่นของเครือข่าย (density) มีค่าเป็น 0.017, 0.015 และ 0.017 หรือ 1.7% , 1.5% และ 1.7% ตามลำดับ ซึ่งถือว่ามีค่าน้อย แสดงว่าเครือข่ายเกาะกลุ่มกันอย่างไม่หนาแน่น มีการติดต่อเชื่อมโยงกับภายในเครือข่ายจำนวนน้อย ส่วนค่า clustering coefficient ซึ่งวัดการเกาะกลุ่มกันของเครือข่ายนั้นมีค่า <0.001 สอดคล้องกับค่า density ที่มีค่าน้อยเช่นกัน ทำให้พิจารณาได้ว่าเครือข่ายนี้มีโครงร่างเครือข่าย (network topology) เป็นแบบ random แต่ละ node เชื่อมต่อกับ node อื่น ๆในเครือข่ายแบบไม่มีแบบแผน เป็นการติดต่อกันแบบสุ่ม เมื่อพิจารณาการกระจายตัวของค่าความสัมพันธ์ หรือ degree centrality ของแต่ละ node ในเครือข่าย พบว่าการกระจายตัวเป็นแบบ right skewed distribution คือเบ้ขวา (ภาพที่ 7) เป็นเครือข่ายแบบ scale free หรือ power law distribution ซึ่งเครือข่ายนี้จะมี node จำนวนมากที่มีความสัมพันธ์กับ node อื่นน้อย แต่มีเพียงบาง node เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับ node อื่นในเครือข่ายเป็นจำนวนมาก มีค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงพารามิเตอร์ที่สำคัญของข้อมูลระดับเครือข่าย

ค่าพารามิเตอร์	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561
Average Degree	1.576	1.474	1.471
Out-Centralization	0.105	0.184	0.112
In-Centralization	0.36	0.237	0.265
Density	0.017	0.015	0.017
Average Distance	3.342	3.192	3.327
Diameter	6	6	7
clustering coefficient	<0.001	<0.001	<0.001

ภาพที่ 7 การกระจายตัวของ Degree ในเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน ปี พ.ศ. 2559-2561

สรุปผลการศึกษาและวิจารณ์

จากค่าสถิติการเคลื่อนย้ายสุกรเข้า-ออกจังหวัดน่าน ปี 2559-2561 พบว่า กิจกรรมหลักของการเคลื่อนย้ายสุกรมีชีวิต คือ การเคลื่อนย้ายเข้าโรงฆ่า แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการการค้าสัตว์ (รถจับสุกร) มีบทบาทหลักในเครือข่ายการเคลื่อนย้าย ซึ่งสอดคล้องกับภูมิศาสตร์ของจังหวัดน่านที่มีลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขา มีพื้นที่ราบเพียงเล็กน้อย จึงไม่เหมาะการเลี้ยงสุกรในรูปแบบฟาร์ม ผู้ประกอบการจึงมีการนำสุกรมีชีวิตจากแหล่งต่างจังหวัดเคลื่อนย้ายเข้าสู่โรงฆ่าเพื่อชำแหละจำหน่ายสำหรับบริโภคภายในจังหวัด

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นศูนย์กลางในภาพรวมของทั้งเครือข่าย (network centralization) พบว่า network centralization ของ in-degree ซึ่งมากกว่าของ out-degree แสดงให้เห็นว่าในภาพรวมของเครือข่าย node ต่าง ๆ มีโอกาสรับมากกว่าส่งออกเล็กน้อย (Martinez-Lopez *et al.,* 2009) หรือหากมองในแง่ของการแพร่ระบาดของโรค เครือข่ายนี้มีแนวโน้มในการรับโรคที่สามารถติดต่อผ่านการเคลื่อนย้ายสุกรมากกว่าแพร่โรค การเฝ้าระวังโรคในอำเภอที่มีค่า in-degree สูง ได้แก่ อำเภอเมืองน่าน, ท่าวังผา, นาหมื่น และเวียงสา ซึ่งอำเภอดังกล่าวเป็นพื้นที่มีโรงฆ่าสัตว์ตั้งอยู่ มีการเคลื่อนย้ายนำสุกรมีชีวิตเข้าสูงกว่าอำเภออื่นๆ มาตรการที่ควรใช้ คือ การวางระบบเฝ้าระวังโรคเชิงรับ กำหนดแผนการเก็บตัวอย่างเพื่อเฝ้าระวังโรคระบาดในสุกรที่สำคัญ ส่วนอำเภอที่มีค่า out-degree สูง คืออำเภอเวียงสา ถือว่าเป็น node ตั้งต้นหลักในเครือข่ายของการแพร่กระจายโรค ซึ่งในพื้นที่อำเภอดังกล่าว มีการเลี้ยงสุกรในรูปแบบฟาร์มและมีศูนย์รวบรวมสุกรขุนเพื่อจำหน่ายตั้งอยู่ จึงมีการเคลื่อนย้ายสุกรออกสูงกว่าอำเภออื่นๆ ดังนั้นจึงมีความสำคัญในแง่การเฝ้าระวังโรคและควบคุมโรค การสร้างเครือข่ายเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ ผู้ประกอบการค้าสัตว์-ซากสัตว์ เพื่อเฝ้าระวังกรณีที่พบความผิดปกติในพื้นที่แจ้งเจ้าหน้าที่เพื่อการสอบสวนโรคและติดตามอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถดำเนินการควบคุมและป้องกันการแพร่ระบาดได้อย่างรวดเร็ว

ในกรณีที่มีการเกิดโรคขึ้นในเครือข่าย หากเกิดโรคใน giant weak component ต้องหามาตรการป้องกันไม่ให้มี link โดยดำเนินการจัดการที่ cut-point ประกอบกับเมื่อพิจารณาโครงร่างเครือข่าย (network topology) ของเครือข่ายการเคลื่อนย้ายสุกรของจังหวัดน่านที่มีลักษณะ random แบบ scale free network มีเพียงบาง node เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับ node อื่นในเครือข่ายเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการควบคุมโรคหรือการวางมาตรการในการป้องกันโรคควรมุ่งเน้นไปที่ node ที่เป็น cut point และมีค่า betweenness centrality สูงเป็นอันดับแรก (Ortiz-Pelaez et al., 2006) เช่น ห้ามการเคลื่อนย้ายสัตว์จากอำเภอที่เป็น cut-point ไปยังอำเภออื่น ทั้งนี้เพื่อลดขนาดหรือความรุนแรงของการระบาด ทำให้สามารถควบคุมโรคได้ง่ายขึ้น (Natale et al., 2009) ได้แก่ อำเภอเวียงสา, เมืองน่าน และภูเพียงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรของจังหวัดน่าน ระหว่างปี 2559-2561 แสดงให้เห็นว่าเครือข่ายเครือข่ายเกาะกลุ่มกันอย่างไม่หนาแน่น มีการติดต่อเชื่อมโยงกับภายในเครือข่ายจำนวนน้อย มีเพียงบางอำเภอเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับอำเภออื่นในเครือข่ายเป็นจำนวนมาก ซึ่งกรณีเกิดโรคระบาด การเฝ้าระวังโรคและควบคุมโรค ควรให้ความสำคัญเป็นพิเศษในอำเภอเหล่านั้น ส่วนในภาวะปกติ อำเภอที่มีความสัมพันธ์กับอำเภออื่นๆ มาก ก็สามารถเป็นศูนย์กระจายความรู้ ข่าวสารด้านโรคสัตว์ได้เป็นอย่างดี

สำหรับการศึกษานี้ เป็นการศึกษาเครือข่ายทางสังคมของการเคลื่อนย้ายสุกรของจังหวัดน่าน โดยใช้ข้อมูลการออกใบอนุญาตเคลื่อนย้ายสัตว์เข้า-ออกจังหวัดน่านจากระบบการเคลื่อนย้ายสัตว์ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Movement) ของกรมปศุสัตว์ ทำให้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลการเคลื่อนย้ายระหว่างจังหวัดน่านและจังหวัดอื่นๆ เท่านั้น ซึ่งไม่ครอบคลุมการเคลื่อนย้ายของสุกรมีชีวิตภายในจังหวัดน่าน หากมีการศึกษาหรือข้อมูลการเคลื่อนย้ายสุกรภายในจังหวัดน่าน อาจทำให้อำเภอที่ควรให้ความสำคัญในการควบคุมโรคเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้นการนำผลการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของจังหวัดน่านเพื่อเป็นข้อมูลในการวางมาตรการควบคุมป้องกันโรคระบาดในสุกร จึงควรพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆประกอบกันด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายวรพล รุ่งสิทธิมงคล หัวหน้าด่านกักกันสัตว์น่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนย้ายสัตว์ และ อ.น.สพ.ชัยเทพ พูลเขตต์ ภาควิชาสัตวแพทย์สาธารณสุขศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความรู้ด้านการวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมและนายยุทธนา ชัยศักดานุกูล ผู้เชี่ยวชาญด้านการป้องกันและควบคุมโรคสัตว์ข้ามแดน ประธานคณะกรรมการวิชาการกองสารวัตรและกักกัน ที่ให้คำแนะนำ

เอกสารอ้างอิง

Dorjee S, Revie CW, Poljak Z, McNab WB and Sanchez J. Network analysis of swine shipments in Ontario, Canada, to support disease spread modelling and risk-based disease management. Prev Vet Med. Elsevier B.V.; 2013;112: 118–127.

Khengwa, C., Jongchansittoe, P., Sedwisai, P. and Wiratsudakul, A. 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.

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.

Natale, F., Giavannini, A., Savini, L., Palma, D., Possenti, L., Fiore, G. and Calistri, P. 2009. Network analysis of Italian cattle trade patterns and evaluation of risks for potential disease spread. Preventive Veterinary Medicine. 92, 341-350

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

Nöremark, M., Håkansson, N., Lewerin, SS., Lindberg, A. and Jonsson, A. Network analysis of cattle and pig movements in Sweden: Measures relevant for disease control and risk based surveillance. Prev Vet Med. 2011;99: 78–90.

Ortiz-Pelaez, A., Pfeiffer, D.U., Soares-Magalhaes, R.J. and Guitian, F.J. 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.

Poolkhet C., Kasemsuwan S., Phiphakhavong S., Phouangsouvanh I., Vongxay K., Shin MS, Kalpravidh W. and Hinrichs J. 2019. Social network analysis for the assessment of pig, cattle and buffalo movement in Xayabouli, Lao PDR. DOI 10.7717/peej.6177