การศึกษาเพื่อประเมินหาปัจจัยเสี่ยงการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในฟาร์มไก่เนื้อ

ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ* และศักดิชญ์ อนุโลมสมบัติ

ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
*ผู้รับผิดชอบบทความ โทร.0-2218-9577-8 โทรสาร 0-2218-9577 Email : suphachai.n@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ซัลโมเนลลาเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคอาหารเป็นพิษที่เป็นปัญหาสาธารณสุขในระดับนานาชาติ คณะกรรมาธิการยุโรปได้ลงมติเห็นชอบต่อกฎระเบียบใหม่ว่าด้วยเกณฑ์จุลชีววิทยาสำหรับสินค้าอาหาร (Microbiological criteria for foodstuffs) เพื่อใช้เป็นกฎหมายอย่างเป็นทางการเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และ Commission regulation (EC) No. 1003/2005 แก้ไข EC No. 2160/2003 เพื่อกำหนดเป้าหมายในการลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในสัตว์ปีกที่มีผลกระทบต่อสาธารณสุข โดยมุ่งเน้นถึงการลดความชุก (prevalence) ที่ระดับฟาร์ม ดังนั้น การควบคุมความปลอดภัยของอาหารจำเป็นต้องมีแนวทางปฏิบัติชัดเจนตั้งแต่ระดับการผลิต (production) ที่ฟาร์มด้วย ซึ่งแนวทางในการจัดการความเสี่ยงที่ระดับฟาร์ม คือ การระบุแหล่งที่มาของการปนเปื้อนซัลโมเนลลา อย่างไรก็ตาม มาตรการที่รัฐบาลกำกับดูแลจะเป็นการเฝ้าระวังหรือสำรวจซัลโมเนลลาในเชิงความชุกเท่านั้น และยังขาดความต่อเนื่องตลอดขั้นตอนด้วย ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ ก็เพื่อศึกษาหาปัจจัยเสี่ยงโดยอาศัยข้อมูลความชุกและความเข้มข้น (concentration) ของซัลโมเนลลาด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) ในฟาร์มไก่เนื้อตลอดระยะเวลาการเลี้ยง การศึกษาในเชิงความเข้มข้นใช้สมการวิเคราะห์การถดถอยพหุ (Multiple regression) พบว่า ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value < 0.05) กับอุจจาระไก่อายุ 21-28 วันคือ กระดาษรองกล่องลูกไก่ โดยมีสัมประสิทธิ์ความถดถอยสูงถึง 1,133 ส่วนการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองหรือสมการถดถอยพหุ (model validation) พบว่า ค่าความเข้มข้นซัลโมเนลลาของอุจจาระไก่อายุ 21-28 วันที่ได้จากการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจริงกับที่ได้จากการทำนายด้วยสมการถดถอยพหุด้วยค่าสถิติ z พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P value > 0.05) ส่วนปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ที่มีสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์สูงกว่า 0.50 คือ พื้นโรงเรือนและถาดอาหารไก่เล็ก ในขณะที่การศึกษาในเชิงความชุกใช้สมการถดถอยโลจิสติค (Logistic regression) ไม่พบปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย

คำสำคัญ: การวิเคราะห์การถดถอย ปัจจัยเสี่ยง ซัลโมเนลลา ฟาร์มไก่เนื้อ

บทนำ

ซัลโมเนลลาเป็นจุลินทรีย์ก่อโรคอาหารเป็นพิษที่เป็นปัญหาสาธารณสุขในระดับนานาชาติ คณะกรรมาธิการยุโรปได้ลงมติเห็นชอบต่อกฎระเบียบใหม่ว่าด้วยเกณฑ์จุลชีววิทยาสำหรับสินค้าอาหาร (Microbiological criteria for foodstuffs) เพื่อใช้เป็นกฎหมายอย่างเป็นทางการภายใต้ Commission Regulation (EC) No 2073/2005 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังมีกฎหมาย Commission regulation (EC) No. 1003/2005 แก้ไข EC No. 2160/2003 เพื่อกำหนดเป้าหมาย ในการลดความชุกโรค (prevalence) การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในสัตว์ปีกที่มีผลกระทบต่อสาธารณสุข โดยมุ่งเน้นถึงการลดความชุกโรคที่ระดับฟาร์ม

ลักษณะพิเศษที่สำคัญของซัลโมเนลลา คือ การคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมหรืออุปกรณ์ต่างๆ ได้ (Cardinale *et al.*, 2004) ส่งผลให้การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สามารถเกิดขึ้นได้ในทุกๆ ขั้นตอนของกระบวนการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับฟาร์มไก่เนื้อ โดยมีการศึกษาปัจจัยเสี่ยงการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในฟาร์มไก่เนื้อโดยวิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติค พบว่าการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในฝูงไก่มีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในฝูงไก่ก่อนหน้า พบว่ามีขนาดค่าเสี่ยง 6.82 เท่าเมื่อเทียบกับการไม่พบการปนเปื้อนในฝูงก่อนหน้า การเข้าออกฟาร์มจากคนภายนอกมีขนาดค่าเสี่ยง 5.38 เท่าเมื่อเทียบกับการจำกัดคนเข้าออก การไม่คัดไก่ป่วยออกจากฝูงมีขนาดค่าเสี่ยง 5.32 เท่าเมื่อเทียบกับการคัดไก่ป่วยออกจากฝูง การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในลูกไก่อายุ 1 วันจากโรงฟักมีขนาดค่าเสี่ยง 3.73 เท่าเมื่อเทียบกับลูกไก่ที่ปลอดซัลโมเนลลา ในทางตรงกันข้ามการให้ยาปฏิชีวนะในลูกไก่อายุ 1 วันมีขนาดค่าเสี่ยง 0.17 เท่าเมื่อเทียบกับไม่ให้ยา และการใช้สารเคมีทำความสะอาด (Detergent) ในขั้นตอนระหว่างการเตรียมโรงเรือนมีขนาดค่าเสี่ยงเพียง 0.16 เท่าเมื่อเทียบกับไม่ใช้สารเคมีทำความสะอาด (Cardinale *et al.*, 2004) ดังนั้น การจะป้องกันหรือควบคุมมิให้ซัลโมเนลลาปนเปื้อนเข้ามาในอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อไก่ โดยการระบุแหล่งที่มาของซัลโมเนลลาในการผลิตตั้งแต่ระดับฟาร์มจึงเป็นกลไกสำคัญในการลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลา

มาตรการจัดการความเสี่ยงในการลดหรือควบคุมการปนเปื้อนซัลโมเนลลาตลอดกระบวนการผลิตของภาครัฐบาลจะเป็นการเฝ้าระวังหรือการสำรวจความชุกของซัลโมเนลลา ข้อมูลที่ได้ส่วนใหญ่ทั้งภาคบังคับจากรัฐบาลและภาคสมัครใจโดยผู้ประกอบการก็มักเป็นการเก็บตัวอย่างสุ่มในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตในแต่ละช่วงระยะเวลา ทำให้ข้อมูลที่ได้ขาดความสม่ำเสมอและวิเคราะห์ต่อเนื่องตลอดกระบวนการผลิตไม่ได้ และแม้ว่าจะมีการศึกษาหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในต่างประเทศ ซึ่งมักจะเน้นที่ข้อมูลความชุกเพียงอย่างเดียว (Arsenault *et al.*, 2007; Cardinale *et al.*, 2004) การนำผลการศึกษาไปใช้ก็มักจะไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากความแตกต่างของวิธีการเลี้ยง การผลิต ภูมิอากาศ สิ่งแวดล้อม รวมถึงธรรมชาติความแตกต่างของซัลโมเนลลาซึ่งมีมากมายกว่า 2,500 ซีโรวาร์

แม้ว่าเกณฑ์จุลชีววิทยาของซัลโมเนลลาซึ่งเป็นจุลินทรีย์ก่อโรค คือ ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม แต่ในเชิงการควบคุมจำเป็นที่จะต้องทราบปริมาณ (หรือความเข้มข้น) ซัลโมเนลลาในปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ด้วย ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ ก็เพื่อศึกษาหาปัจจัยเสี่ยงโดยอาศัยข้อมูลความชุกรวมถึงความเข้มข้นซัลโมเนลลาด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงถดถอย (regression analysis) ในฟาร์มไก่เนื้อระยะเวลา 21-28 วันของการเลี้ยง

อุปกรณ์และวิธีการ

ฟาร์มไก่เนื้อ

ฟาร์มไก่เนื้อที่ได้รับการรับรองฟาร์มมาตรฐานจากกรมปศุสัตว์จำนวน 6 ฟาร์ม ในจังหวัด สระบุรี ลพบุรี ชลบุรี ราชบุรี เพชรบุรี และกาญจนบุรี โดยเก็บข้อมูลแบบสุ่มจำนวน 10 โรงเรือนต่อฟาร์ม ตั้งแต่ช่วงการเตรียมโรงเรือนจนถึงอายุไก่ที่ประมาณ 21-28 วัน ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม 2551 แผนการเก็บตัวอย่าง รายละเอียดแผนการเก็บตัวอย่างที่ฟาร์มไก่เนื้อ แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการเก็บตัวอย่างที่ฟาร์มไก่เนื้อ

ชนิดตัวอย่าง	รหัสตัวแปร	ตำแหน่งเก็บ	ช่วงเก็บ	ปริมาณ/โรงเรือน
พื้นโรงเรือน	FLOOR	พื้นโรงเรือน	เตรียมโรงเรือน	2 drag swabs
วัสดุรองนอน	LITTER	หลังการฆ่าเชื้อในโรงเรือน	เตรียมโรงเรือน	100 กรัม
น้ำดื่ม	WATER	เก็บน้ำปลายท่อในโรงเรือน	เตรียมโรงเรือน	250 มิลลิลิตร
ถาดอาหารไก่เล็ก	FEEDPAN	หลังการฆ่าเชื้อในโรงเรือน	เตรียมโรงเรือน	2 drag swabs
กระดาษรองกล่องลูกไก่	PAPER	บนรถส่งลูกไก่ก่อนลงลูกไก่	ลงลูกไก่	20 แผ่น
อาหารไก่เล็ก	FEEDBG	อาหารใหม่จากถุง ณ จุดรับ	วันรับอาหาร	200 กรัม
อาหารไก่ระยะกลาง	FEEDIM	อาหารใหม่จากถุง ณ จุดรับ	วันรับอาหาร	200 กรัม
อาหารไก่ระยะสุดท้าย	FEEGLT	อาหารใหม่จากถุง ณ จุดรับ	วันรับอาหาร	200 กรัม
อุจจาระไก่อายุ 21-28 วัน	MANURE	อุจจาระใหม่บนพื้นโรงเรือน	อายุ 21-28 วัน	60 กอง

การวิเคราะห์ซัลโมเนลลาในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจะเป็นการหาความเข้มข้นของซัลโมเนลลาในตัวอย่าง โดยวิธี Modified MPN technique ISO6579 : 2002 Amendment1

ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใน Buffered Peptone Water (BPW) 225 มล. ได้การเจือจาง 1:10 จากนั้นเจือจางตัวอย่างต่อจนกระทั่งได้ dilution 1:100 และ 1:1,000 ให้ได้ dilution ละ 3 หลอด นำไปบ่มเพาะที่ 37°ซ นาน 18 ชม. จากนั้นตวง 0.1 มล. BPW จากแต่ละหลอดใส่ลงใน 10 มล. Rappaport-Vassiliadis Salmonella (RVS) broth นำไปบ่มเพาะที่ 41.5 °ซ นาน 24 ชม. จากนั้นใช้ loop จุ่ม RVS แต่ละหลอด นำไปเพาะแยกให้ได้โคโลนีเดี่ยวบน Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar โดยบ่มเพาะที่ 37°ซ นาน 24 ชม. เลือกโคโลนีที่สงสัยอย่างน้อย 2 โคโลนีต่อ plate ไปเพาะแยกเชื้อ และทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีบน Triple Sugar Iron (TSI) agar และทดสอบ Indole, Motility และ Lysine decarboxylase จากนั้นทดสอบยืนยันทาง serology จากนั้นคำนวณความเข้มข้นโดยการนับ

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวกต่อ Salmonella ในแต่ละ dilution นำค่า combination of positives ไปเปิดหาค่า MPN index ในตาราง MPN

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยง (Correlation coefficient)

วิเคราะห์หาค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพื่อหาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรทำนายที่อาจจะเป็นปัจจัยเสี่ยง และตัวแปรตาม โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างน้อย 0.34 ขึ้นไป เนื่องจากจัดว่าเป็นความสัมพันธ์ระดับปานกลาง (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550) เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวแปรทำนายที่จะนำใช้ในวิเคราะห์สมการถดถอยต่อไป

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทำนายหรือตัวแปรอิสระ (independent variable) และตัวแปรตาม (dependent variable) โดยที่ตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นกับตัวแปรทำนายซึ่งอาจจะมีมากกว่าหนึ่งตัวแปรทำนายได้ ดังนั้น การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ก็คือ การวิเคราะห์หาตัวแปรทำนายต่างๆ อันได้แก่ ตัวอย่างที่เก็บในฟาร์มไก่ที่อาจจะเป็นแหล่งที่มาของซัลโมเนลลาในระหว่างกระบวนการผลิต ที่จะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม คือ ระดับการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในอุจจาระของไก่เนื้อซึ่งเป็นผลผลิตสุดท้ายของฟาร์มไก่เนื้อ

1. การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุ (Multiple regression analysis)

ฟังก์ชันคณิตศาสตร์ของสมการวิเคราะห์การถดถอยพหุ (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2548) มีรูปแบบทั่วไป คือ

$$Y_i = a + \sum_{j=1}^{k} b_j X_{ij} + e_i$$

โดย Yi คือ ตัวแปรตาม หรือ อุจจาระไก่เนื้ออายุ 21-28 วัน Xi คือ ตัวแปรทำนายหรือ ปัจจัยเสี่ยง a คือ ค่าจุดตัดแกน Y b คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยหรือค่าความชัน e_i คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่ม

วิเคราะห์การถดถอยของข้อมูลความเข้มข้นซัลโมเนลลาที่ฟาร์มไก่เนื้อโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป MINITAB โดยตัวแปรตาม คือ ความเข้มข้นซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่อายุ 21-28 วันและตัวแปรทำนาย คือ ความเข้มข้นซัลโมเนลลาตัวอย่างอื่นที่เก็บที่ฟาร์มไก่เนื้อ

2. การวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติค (Logistic regression analysis)

ฟังก์ชันของสมการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติค (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551) มีรูปแบบทั่วไป คือ

$$\text{Logit}(p) = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \ldots + b_k X_k$$

โดย Logit (p) คือ ค่า log ของ Odd ratio X_k คือ ตัวแปรทำนาย b_k คือ ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยโลจิสติค

วิเคราะห์การถดถอยของข้อมูลความชุกซัลโมเนลลาที่ฟาร์มไก่เนื้อโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS เนื่องจากผลที่เป็นไปได้ของตัวแปร คือ พบหรือไม่พบซัลโมเนลลา ดังนั้น จึงเลือกใช้การถดถอยโลจิสติคทวินาม (binary logistic regression) โดยที่ตัวแปรตาม คือ ความชุกซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่อายุ 21-28 วัน และตัวแปรทำนาย คือ ความชุกซัลโมเนลลาตัวอย่างอื่นที่เก็บที่ฟาร์มไก่เนื้อ

3. การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองหรือสมการถดถอยพหุและโลจิสติค (model validation) หากว่าจำนวนตัวอย่างมากกว่า 30 จะทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองหรือสมการด้วยค่าสถิติ z และ หากว่าจำนวนตัวอย่างไม่เกิน 30 จะใช้ค่าสถิติ z ในการทดสอบ (Daniel, 1995)

ผลการทดลอง

การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุ (Multiple regression analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลรวมทุกฟาร์ม

เมื่อนำข้อมูลรวมทุกฟาร์มมาวิเคราะห์รวมกันพบว่า ตัวแปรทำนายที่อาจจะเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับตัวแปรตาม คือ FEEDPAN และ LITTER ในขณะที่ FLOOR, WATER, PAPER และ FEEDBG มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีค่าต่ำกว่า 0.34 และไม่มีระดับความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงไม่มีการคัดเลือกตัวแปรทำนายเพื่อนำมาวิเคราะห์ความถดถอย ดังนั้น สรุปว่าความเข้มข้นซัลโมเนลลาในตัวแปร MANURE ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความเข้มข้นซัลโมเนลลาในตัวแปรทำนายทุกตัวที่ศึกษา

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของตัวแปรทำนายที่ฟาร์มไก่เนื้อ

ตัวแปรทำนาย[a]	ตัวแปรตาม MANURE	
	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R)	*P* value
FEEDPAN	0.10	0.47
FLOOR	-0.06	0.68
WATER	-0.05	0.69
LITTER	0.05	0.72
PAPER	-0.08	0.57
FEEDBG	-0.03	0.80

[a]FEEDIM และ FEEDLT = 0

การวิเคราะห์ข้อมูลแยกเป็นรายฟาร์ม

เนื่องจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลรวมทุกฟาร์มไม่สามารถคัดเลือกตัวแปรทำนายใดๆ เพื่อสร้างแบบจำลองได้ จึงศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลแยกเป็นรายฟาร์ม และพบว่ามี 3 ฟาร์มที่มีข้อมูลสามารถวิเคราะห์ได้ คือ ตรวจพบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาทั้งในตัวแปรทำนายและตัวแปรตาม ซึ่งผลการ

วิเคราะห์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แสดงไว้ในตารางที่ 3

ผลการวิเคราะห์แบบรายฟาร์ม พบว่า ฟาร์ม 1 มีเพียง FLOOR ที่ถูกคัดเลือกเข้ามาวิเคราะห์ความถดถอย เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.50 แม้ว่าจะมี *P* value มากกว่า 0.05 แต่อาจจะมีนัยสำคัญทางสถิติได้ หากวิเคราะห์โดยมีจำนวน ตัวแปรน้อยลง

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) และ ค่า *P* value แสดงรายฟาร์ม

ตัวแปรทำนาย (ปัจจัยเสี่ยง)	ตัวแปรตาม MANURE					
	ฟาร์ม 1		ฟาร์ม 3		ฟาร์ม 6	
	R	*P* value	R	*P* value	R	*P* value
FEEDPAN	0.15	0.68	0.67	0.04	-0.17	0.65
FLOOR	0.50	0.14	-0.25	0.49	-0.12	0.75
LITTER	-	-	-	-	0.03	0.94
PAPER	-	-	0.67	0.04	-0.13	0.71
FEEDBG	-0.27	0.46	-	-	-	-

ฟาร์ม 3 มี FEEDPAN และ PAPER ที่ถูกคัดเลือกเข้ามาวิเคราะห์ความถดถอย เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.67 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฟาร์ม 6 ไม่มีตัวแปรทำนายใดผ่านเกณฑ์การคัดเลือก เนื่องตัวแปรทำนายมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้อยกว่า 0.34 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นจึงวิเคราะห์ความถดถอยพหุแบบรายฟาร์ม เนื่องจากฟาร์ม 3 มี 2 ตัวแปร จึงใช้วิธี standard stepwise ซึ่งมีทั้ง forward selection และ backward elimination ในการคัดเลือกตัวแปรหรือปัจจัยเสี่ยง ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยพหุรายฟาร์ม

ฟาร์ม	ตัวแปร	b_0[a]	b_1[b]	t[c]	*P* value	R^2[d]	R_a^2[e]	F	*P* value
1	FLOOR	1,151	115	1.62	0.14	24.78	15.37	2.63	0.14
3	PAPER	521.8	1,133	2.53	0.04	44.43	37.50	6.40	0.04

[a]ค่าคงที่ [b]สัมประสิทธิ์ความถดถอย [c]สถิติทดสอบ *t* [d]ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) [e]ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจปรับแก้ (adjusted R^2)

จากตารางที่ 4 ตัวสถิติ *t* เป็นการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์หรือค่าชันของสมการเส้นตรง และตัวสถิติ F เป็นการทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังนั้น โดยรวมๆ แล้วจึงเป็นการทดสอบความเหมาะสมที่ใช้ตัวแปรทำนาย (ปัจจัยเสี่ยง) ในการกำหนดหรือทำนายตัวแปรตาม

สำหรับฟาร์มที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปรทำนายและความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรทำนายและตัวแปรตาม พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (*P* value > 0.10) แสดงว่า MANURE และ FLOOR ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น (ตารางที่ 4) ดังสมการที่ 1

$$\text{MANURE} = 1151 + 115\ \text{FLOOR} \qquad (1)$$

สำหรับฟาร์มที่ 3 ตัวแปรทำนาย 2 ตัวแปร คือ FEEDPAN และ PAPER ปรากฏว่ามีเพียง ตัวแปร PAPER เท่านั้นที่ถูกคัดเลือกเข้ามา (ตารางที่ 4) ดังสมการที่ 2

$$\text{MANURE} = 521.8 + 1133\ \text{PAPER} \quad (2)$$

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปรทำนายและความสัมพันธ์เชิงเส้น พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ (P value < 0.05) แสดงว่า MANURE และ PAPER มีความสัมพันธ์เชิงเส้น

ดังนั้นปัจจัยเสี่ยงที่ระดับฟาร์มไก่เนื้อฟาร์มที่ 3 ที่มีผลต่อความเข้มข้นซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่ที่อายุ 21-28 วัน คือ ความเข้มข้นซัลโมเนลลาในกระดาษรองกล่องลูกไก่ (PAPER) โดยจากค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของ PAPER หรือ b_1 = 1,133 (ตารางที่ 4) หมายความว่า ถ้าความเข้มข้นซัลโมเนลลาในกระดาษรองกล่องลูกไก่เพิ่มขึ้น 1 MPN/g แล้ว ความเข้มข้นซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่อายุ 21-28 วันเพิ่มขึ้น 1,133 MPN/g อนึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย b_1 ที่มีเครื่องหมายบวก หมายความว่าตัวแปรอิสระ คือ ความเข้มข้นซัลโมเนลลาในกระดาษรองกล่องลูกไก่ (PAPER) นั้นมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกับกับตัวแปรตาม คือ ความเข้มข้นซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่อายุ 21-28 วัน (MANURE)

การวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติค (Logistic regression analysis)

เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการวิจัยต้องการเปรียบเทียบในเชิงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นและความชุกของซัลโมเนลลา และการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุใช้กับฟาร์ม 1, 3 และ 6 เท่านั้น และด้วยความบังเอิญที่ข้อมูลความชุกที่เอื้อให้สามารถวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติคได้ คือ ฟาร์มที่ 3 และ 6 ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงความชุกจะเป็น 2 แนวทาง คือ

การวิเคราะห์ข้อมูลรวมกลุ่มฟาร์ม

การวิเคราะห์จะใช้ข้อมูลรวมกลุ่มของฟาร์ม 3 และ 6 ซึ่งผลการวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติคโดยวิธีคัดเลือกรวมตัวแปร (regression) พบว่า สมการถดถอยโลจิสติคที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P value > 0.10) ซึ่งสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปรทำนายที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติด้วย (P value > 0.10) (ตารางที่ 5) ดังสมการที่ 3

$$\text{Logit (p)} = 0.96 + 0.57\ \text{FEEDPAN} + 0.86\ \text{FLOOR} - 0.65\ \text{LITTER} - 1.93\ \text{PAPER} \quad (3)$$

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยโลจิสติครวมกลุ่มฟาร์มไก่เนื้อ

ตัวแปร[a]	สัมประสิทธิ์ความถดถอย		P value	Exp(b_i)	Model Chi-square	P value	R^2_{CS}
Constant	b_0	0.96	0.66	2.61	3.45	0.49	0.16
FEEDPAN	b_1	0.57	0.74	1.76			
FLOOR	b_2	0.86	0.45	2.37			
LITTER	b_3	-0.65	0.68	0.53			
PAPER	b_4	-1.93	0.18	0.15			

[a]ตัวแปรทำนาย WATER, FEEDBG, FEEDIM, FEEDLT = 0

ดังนั้น สรุปว่าความชุกซัลโมเนลลาในตัวแปร MANURE ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความชุกซัลโมเนลลาในตัวแปรทำนายทุกตัวที่ศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลแยกเป็นรายฟาร์ม

เนื่องจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลรวมกลุ่มฟาร์มไม่สามารถคัดเลือกตัวแปรทำนายใดๆ เพื่อสร้างแบบจำลองได้ จึงศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลแยกเป็นรายฟาร์ม โดยที่การจัดการแต่ละโรงเรือนภายในฟาร์มเดียวกันที่ไม่แตกต่างกันทำให้ได้ข้อมูลในลักษณะที่มีความถี่มากขึ้น ส่งผลให้ความแปรปรวนของข้อมูลลดลง และจากการวิเคราะห์พบว่ามี 2 ฟาร์มที่มีข้อมูลสามารถวิเคราะห์ได้ คือ ตรวจพบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาทั้งในตัวแปรทำนายและตัวแปรตาม ซึ่งผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แสดงไว้ในตารางที่ 6-7

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยโลจิสติคฟาร์ม 3

ตัวแปร[a]	สัมประสิทธิ์ความถดถอย		*P* value	Exp(b_i)	Model Chi-square	*P* value	R^2_{CS}
Constant	b_0	20.51	1.00	-	2.23	0.33	0.20
FEEDPAN	b_1	-21.61	0.64	0.00			
FLOOR	b_2	0.69	1.00	2.00			
PAPER	b_3	-	-	-			

[a]ตัวแปรทำนาย WATER, FEEDBG, FEEDIM, FEEDLT = 0

[b]PAPER และ FLOOR มีค่า design matrix เท่ากัน จึงเลือก FLOOR เข้ามาในสมการเพียงตัวเดียวเพื่อป้องกันการทำซ้ำ (redundancy)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์สมการความถดถอยโลจิสติคฟาร์ม 6

ตัวแปร[a]	สัมประสิทธิ์ความถดถอย		*P* value	Exp(b_i)	Model Chi-square	*P* value	R^2_{CS}
Constant	b_0	0.24	0.93	1.27	1.30	0.90	0.12
FEEDPAN	b_1	1.18	0.53	3.25			
FLOOR	b_2	0.83	0.65	2.30			
LITTER	b_3	-0.69	0.69	0.50			
PAPER	b_4	-1.45	0.36	0.23			

[a]ตัวแปรทำนาย WATER, FEEDBG, FEEDIM, FEEDLT = 0

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกเป็นรายฟาร์มมีลักษณะเดียวกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลรวมกลุ่มฟาร์ม คือ สมการถดถอยโลจิสติคที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (*P* value > 0.10) ดังสมการที่ 4-5

$$\text{Logit (p)} = 20.51 - 21.61\ \text{FEEDPAN} + 0.69\ \text{FLOOR} \quad (4)$$

$$\text{Logit (p)} = 0.24 + 1.18\ \text{FEEDPAN} + 0.83\ \text{FLOOR} - 0.69\ \text{LITTER} - 1.45\ \text{PAPER} \quad (5)$$

ซึ่งสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยของตัวแปรทำนายที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติด้วย (P value > 0.10) (ตารางที่ 6-7) ดังนั้นความชุกซัลโมเนลลาในตัวแปร MANURE ไม่มีความสัมพันธ์โลจิสติคกับ ความชุกซัลโมเนลลาในตัวแปรทำนายทุกตัวที่ศึกษา หรืออาจจะกล่าวได้ว่า ไม่สามารถหาปัจจัยเสี่ยงในฟาร์มในเชิงความชุกต่อความชุกซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่อายุ 21-28 วันได้ ไม่ว่าจะเป็นการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลรวมกลุ่มฟาร์มหรือการวิเคราะห์แยกเป็นรายฟาร์ม

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองหรือสมการถดถอยพหุและโลจิสติค (model validation)

สมการหรือแบบจำลองที่มีนัยสำคัญทางสถิติในการทำนายหรือเป็นปัจจัยเสี่ยงในเชิงความเข้มข้น คือ สมการ 2 ซึ่งมีปัจจัยเสี่ยงเดียว คือ PAPER และเมื่อแทนค่าความเข้มข้นซัลโมเนลลาของ PAPER ลงในสมการ 2 จำนวน 59 ค่า ซึ่งก็จะได้ค่าความเข้มข้นซัลโมเนลลาของอุจจาระไก่อายุ 21-28 วัน (predict) จำนวน 59 ค่าเช่นกัน จากนั้นจึงนำไปเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นซัลโมเนลลา ของอุจจาระไก่อายุ 21-28 วันที่ได้จากการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจริง (observe) จำนวน 59 ค่าด้วยค่าสถิติ z พบว่า ค่า z = -1.47 เนื่องจาก ถ้า $z > z_{.95}$ และค่า $z_{.95}$ เท่ากับ 1.645 (P value > 0.05) แสดงว่าแบบจำลองถดถอยพหุมีความถูกต้องเพียงพอและตัวแปรทำนาย PAPER จัดเป็นปัจจัยเสี่ยงในฟาร์มไก่เนื้อได้ด้วย

เนื่องจาก ผลการศึกษาข้อมูลความชุกซัลโมเนลลา ด้วยวิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติคไม่สามารถหาปัจจัยเสี่ยงในฟาร์มในเชิงความชุกต่อความชุกซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่ที่ 21-28 วันได้ ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลรวมกลุ่มฟาร์มหรือการวิเคราะห์แยกเป็นรายฟาร์ม จึงไม่มีการทดสอบความถูกต้องของสมการถดถอยโลจิสติค

วิจารณ์

ตัวแปรทำนายหรือปัจจัยเสี่ยงในการศึกษาครั้งนี้ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มในเชิงแหล่งที่มาการปนเปื้อน ได้แก่ สิ่งแวดล้อมในช่วงเตรียมโรงเรือน คือ FLOOR, FEEDPAN, WATER และ LITTER ฟาร์มพ่อแม่พันธุ์หรือโรงฟักภายในบริษัทเองและนอกบริษัท คือ PAPER และ โรงงาน อาหารสัตว์ คือ FEEDBG, FEEDIM และ FEEDLT

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า FEEDPAN, PAPER และ FLOOR มีค่าเฉลี่ยซัลโมเนลลาสูงสุด 3 อันดับแรก สามารถอธิบายได้ว่า มีการปนเปื้อนซัลโมเนลลาใน FEEDPAN และ FLOOR แสดงถึงวิธีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะทำลายซัลโมเนลลาที่หลงเหลืออยู่ได้ นอกจากนี้ลูกไก่อายุ 1 วัน พบว่ามีการปนเปื้อนซัลโมเนลลามาก่อนหน้าจากโรงฟัก แต่จากการวิเคราะห์ผลด้วยสมการถดถอยแบบพหุ พบว่าการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในลูกไก่อายุ 1 วัน มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความเข้มข้นซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่ที่ 21-28 วัน (ข้อมูลฟาร์ม 3) แสดงว่าลูกไก่อายุ 1 วันที่ปนเปื้อนซัลโมเนลลามาจากโรงฟักเป็นแหล่งแพร่ซัลโมเนลลาที่สำคัญในฟาร์มไก่เนื้อที่ทำการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการปนเปื้อนซัลโมเนลลามากับลูกไก่วันแรกอันเป็นแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญในฟาร์มไก่เนื้อ (Bailey *et al.*, 1994)

เพื่อพิจารณาข้อมูลรายฟาร์ม พบว่าฟาร์ม 2 และ ฟาร์ม 4 ตัวแปรทำนายทุกตัวไม่มีการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ในขณะที่อุจจาระไก่ที่อายุ 21-28 วัน ตรวจพบซัลโมเนลลา สันนิษฐานได้ว่าไก่เนื้อที่เลี้ยงอาจได้รับซัลโมเนลลาระหว่างการเลี้ยง (horizontal transmission) จากปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษาในการวิจัยนี้ เช่น สัตว์พาหะ (Cardinale *et al.*, 2004) นอกเหนือจากปัจจัยการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในลูกไก่อายุ 1 วัน ยังพบว่าการเข้าออกจากคนภายนอก การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในฝุ่งก่อนหน้า และการไม่คัดไก่ป่วยออกจากฝุ่ง เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาภายในฟาร์มได้เช่นกัน หรือ อาจเกิดจากความเข้มข้นซัลโมเนลลาในตัวแปรทำนายที่ทำการศึกษามีการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในระดับต่ำกว่าที่จะสามารถตรวจพบได้ ทำให้รายงานผลตรวจไม่พบ แต่ซัลโมเนลลาที่ปนเปื้อนในระดับต่ำๆ สามารถเจริญ และเพิ่มจำนวนมากเพียงพอที่จะทำให้เกิดการติดซัลโมเนลลาในไก่เนื้อได้ในเวลาต่อมา

การเก็บตัวอย่าง อาจส่งผลให้ตรวจไม่พบซัลโมเนลลาในตัวอย่างได้ โดยเฉพาะตัวอย่างประเภท surface swab ในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ผิวสัมผัสของอุปกรณ์สัมผัสกับพื้นผิวที่ต้องการเก็บมากที่สุด การเก็บตัวอย่างจากพื้นโรงเรือน จะใช้วิธีการลากอุปกรณ์ให้ผ่านพื้น ผิวพื้นในกรณีที่ผู้เก็บตัวอย่างเดินด้วยความรวดเร็ว จะทำให้อุปกรณ์สัมผัสกับพื้นผิวน้อยลง ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากขึ้น การเก็บตัวอย่างในช่วงระยะเวลาเดียว (ม.ค. - มี.ค. 51) ไม่ได้เก็บตัวอย่างกระจายทั้งปี ซึ่งฤดูกาลมีผลต่อความชุกซัลโมเนลลาในฟาร์มไก่เนื้อ (Payne *et al.*, 2006)

อาหารสัตว์จัดว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนภายในฟาร์มไก่ (Chadfield *et al.*, 2001) แต่ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ตัวอย่างอาหารทั้ง 3 ระยะไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่ที่อายุ 21-28 วัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศ อาจเนื่องจากตำแหน่งการเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกัน กล่าวคือ การศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างอาหารสัตว์ที่มาจากโรงงานโดยตรง ในทางตรงข้ามการเก็บอาหารสัตว์ในโรงเรือนขณะเลี้ยงไก่ย่อมจะมีซัลโมเนลลาที่ปนเปื้อนจากอุจจาระได้มากกว่า

สมการที่ได้จากการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุ เพื่อทำนายความเข้มข้นซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่อายุ 21-28 วัน ได้ถูกพัฒนาภายใต้ปัจจัย หรือตัวแปรทำนายที่ได้ทำการศึกษาคือ พื้นโรงเรือน ถาดอาหารไก่ แกลบ กระดาษรองกล่องลูกไก่ น้ำ อาหารไก่ 3 ระยะ ปัจจัยต่างๆ นี้ถูกนำมาทดสอบความเที่ยงตรงกับข้อมูลที่ใช้เพื่อการพัฒนาสมการ ถึงแม้ว่าสมการที่ได้ สามารถอธิบายความแปรปรวนได้เพียงร้อยละ 44.43 (ตารางที่ 4) แต่ความสามารถในการทำนายเมื่อเทียบกับผลที่ได้จากการสังเกตไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้อาจมีปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ที่ไม่ได้ถูกนำเข้ามาวิเคราะห์ที่ส่งผลให้สมการสามารถอธิบายความแปรปรวนได้เพิ่มขึ้น ดังนั้นการศึกษาปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ จึงมีความสำคัญที่จะทำให้ทราบถึงปัจจัยเสี่ยงทั้งหมด ส่งผลต่อการจัดการความเสี่ยงในการลดความเข้มข้นและความชุกซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่ที่ 21-28 วันได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

สมการที่ได้จากการวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติคเพื่อทำนายความชุกซัลโมเนลลาในอุจจาระไก่ที่ 21-28 วัน พบว่าตัวแปรทำนายทุกตัวไม่สามารถอธิบายความชุกซัลโมเนลลาในตัวแปรตามได้เนื่องจากความแปรปรวนของข้อมูลมีมาก ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวอย่างเพื่อลดความแปรปรวน

ของข้อมูลจะทำให้การวิเคราะห์มีความถูกต้อง และแม่นยำเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2551. การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติค ใน: การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ธรรมสาร จำกัด. 424 - 493.

ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2548. การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุ ใน: การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis). พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 17 - 40.

ศิริชัย กาญจนวาสี. 2550. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการทำนาย ใน: การวิเคราะห์พหุระดับ Multiple-level analysis. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 1 - 16.

Arsenault, J., Letellier, A., Quessy, S., and Boulianne, M. 2007. Prevalence and risk factors for *Salmonella* and *Campylobacter* spp. carcass contamination in broiler chickens slaughtered in Quebec, Canada. *J Food Prot.* 70: 1820-1828.

Bailey, J.S., Cox, N.A., and Berrang, M.E. 1994. Hatchery-acquired salmonellae in broiler chicks. Poult. Sci. 73: 1153-1157.

Cardinale, E., Tall, F., Gueye, E.F., Cisse, M., and Salvat, G. 2004. Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. enterica infection in senegalese broiler-chicken flocks. Prev. Vet. Med. 63: 151-161.

Chadfield, M., Skov, M., Christensen, J., Madsen, M., and Bisgaard, M. 2001. An epidemiological study of *Salmonella enterica* serovar 4, 12:b in broiler chickens in Denmark. Vet. Microbiol. 82: 233-247.

Daniel, W.W. 1995. Hypothesis testing. In : Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences. 6th ed. Wiley, U.S.A. p.780.

Payne, J.B., Li, X., Santos, F.B.O., and Sheldon, B.W. 2006. Characterization of *Salmonella* from three commercial North Carolina broiler farms. Int. *J. of Poult. Sci.* 5: 102-1109.

The study for evaluating risk factors of *Salmonella* spp. contaminations in broiler farms

Suphachai Nuanualsuwan* **and Sakdid Anulomsombat**

Department of Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Henri Dunant road, Patumwan, Bangkok. 10330 Tel. 02-218-9577-8 Fax. 02-218-9577

*Corresponding author E-mail : suphachai.n@chula.ac.th

Abstract

Salmonella spp. is a pathogen that causes foodborne illness worldwide. European Union has established microbiological criteria for food stuff to protect consumer health. Additionally Commission Regulation (EC) No.1003/2005 Amendment EC No. 2160/2003 has established the target prevalence for *Salmonella* contamination at the production level. So the food safety issues and risk management options are to identify the source of *Salmonella* contamination in broiler farms. However the risk management options set by regulatory authorities has focused on the monitoring and survey prevalence of *Salmonella* spp. contamination under random sampling plan providing inconsistent data analysis in the entire production level. So the objective of this study was to identify the risk factors for *Salmonella* spp. concentration and prevalence by regression analysis in the entire broiler production level. The concentration data were analyzed by multiple regression and demonstrated that paper lining from hatchery was a significant predictor or risk factor for *Salmonella* concentration in 21-28 days old chicken manure ($P < 0.05$). Additionally observation and predicted *Salmonella* concentrations in 21-28 days old chicken manure from the regression model were not statistically different ($P > 0.05$). Other risk factors with high correlation coefficient were floor and feed pan. While logistic regression could not identify significant risk factor for *Salmonella* prevalence.

Keywords: Regression analysis, Risk factors, *Salmonella* spp., and Broiler farms